

Э.А. Титлянов, Т.В. Титлянова

МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ
СТРАН АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА,
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ



A.V. ZHIRMUNSKY INSTITUTE OF MARINE BIOLOGY
FAR EAST BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

E.A. TITLYANOV, T.V. TITLYANOVA

**MARINE PLANTS
OF THE ASIAN PACIFIC REGION COUNTRIES,
THEIR USE AND CULTIVATION**

Editor-in-Chief
Academician A.V. Adrianov



Vladivostok • Dalnauka
2012

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ МОРЯ ИМ. АКАДЕМИКА А.В. ЖИРМУНСКОГО ДВО РАН

Э.А. ТИТЛЯНОВ, Т.В. ТИТЛЯНОВА

**МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ
СТРАН АЗИАТСКО–ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА,
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ**

Под общей редакцией
академика А.В. Адрианова



Владивосток • Дальнаука
2012

Титлянов Э.А., Титлянова Т.В. **Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование.** Владивосток: Дальнаука, 2012. 377 с.

Представленная книга является обзором литературы по использованию и культивированию морских растений в странах мира, и особенно подробно – в странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), а также – результатом собственных исследований, проводившихся авторами в течение более двадцати лет в России, Вьетнаме, Японии и Китае. В книге дается современная классификация морских растений, описание их морфологии и способов размножения. Показаны место и роль морских растений в природных экосистемах. Книга знакомит читателя с полезными веществами, выделенными из макроводорослей, морских трав и цианобактерий, с масштабами сбора, использования и культивирования водорослей в мире и в странах АТР, анализируются проблемы, возникающие при культивировании водорослей.

Заключает книгу глава «Массовые полезные для человека морские макрофиты стран АТР (путеводитель)», где дается описание на русском и английском языках 162 видов морских водорослей, произрастающих и используемых в странах АТР. Все цветные фотографии водорослей в естественных условиях произрастания, в аквариуме и под микроскопом в большей части сделаны авторами.

Книга будет полезна широкому кругу русскоязычных читателей: ученым, бизнесменам, студентам, школьникам и просто интересующимся морем людям, а также ученым-альгологам стран АТР.

Ил. 221, табл. 3, библи. 593 назв.

Рецензенты:

д.х.н. Ермак И.М., к.б.н. Суховеева М.В.

Утверждено к печати Ученым советом ИБМ ДВО РАН

Titlyanov E.A., Titlyanova T.V. **Marine plants of Asian-Pacific Region, their use and cultivation.** Vladivostok: Dalnauka, 2012. 377 p.

The present book is survey of the world literature on the use and cultivation of marine plants in over the World and especially in countries of the Asian-Pacific Region (APR) on the one hand and it is a result of own investigations conducted by the authors during more than twenty years in Russia, Vietnam, Japan and China on the other hand.

There are given modern classification of marine plants, description of their morphology and reproduction patterns in the book. The position and role of marine plants in natural ecosystems are shown. The book makes readers familiar with useful substances, obtained from macroalgae, seagrasses and cyanobacteria, with harvesting scales, seaweed use and cultivation in the World and in the APR countries. Problems arising under the seaweed cultivation by various methods are analyzed.

«Mass useful marine macrophytes of the APR countries (guide)» is a final chapter giving description in the Russian and English languages of 162 species of marine algae grown and used in the APR countries. All color photographs of algae in habitat, aquarium and under microscope are mainly made by the authors.

We hope for the book will be useful to the broad circle of the Russian readers: scientists, businessmen, students, pupils, and people interesting in the sea and also to phycologists of the APR countries.

Ill. 221, Tables 3, bibl. 593.

ВВЕДЕНИЕ

Дорогой читатель!

Книга, которую вы держите в руках, является, с одной стороны, обзором мировой литературы по использованию и культивированию морских растений в странах мира, и особенно в странах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) Северо-Западной Пацифики, с другой стороны – результатом собственных исследований, проводившихся авторами в течение более двадцати лет. Авторы книги – профессионалы в различных областях науки по морским растениям: Титлянов Э.А. – в области биохимии, физиологии и экологии морских бентосных водорослей и герматипных кораллов, Титлянова Т.В. – в области таксономии и экологии макроводорослей умеренных, субтропических и тропических широт.

Для написания первых четырех глав нашей книги мы выбрали русский язык, надеясь, что книга будет полезна широкому кругу русскоязычных читателей: ученым, бизнесменам, студентам, школьникам и просто интересующимся морем людям. Последняя глава «Массовые полезные для человека морские макрофиты стран АТР (путеводитель)» написана на русском и английском языках и может быть интересна всем, знающим русский или английский языки и интересующимся флорой Тихого и Индийского океанов. Первые четыре главы написаны Э.А. Титляновым, последняя – путеводитель – Т.В. Титляновой. Фотографии водорослей в естественных условиях, в аквариуме и на суше сделаны в основном Э.А. Титляновым, под микроскопом – Т.В. Титляновой.

Книга содержит 5 глав: «Морские растения», «Химический состав морских растений и физико-химические свойства полезных для человека веществ», «Использование морских растений», «Культивирование морских водорослей: способы и проблемы» и упомянутый выше «Путеводитель».

В главе «Морские растения» приводятся современная классификация морских растений, описание их морфологии и способов размножения. Показаны место и роль морских растений в природных экосистемах и подробно в одной из них – в экосистеме коралловых рифов (наиболее распространенной в тропических и субтропических странах АТР).

Глава «Химический состав морских растений...» знакомит читателя с полезными веществами, выделенными из макроводорослей, морских трав и цианобактерий; приведены химические формулы и описаны физико-химические свойства наиболее ценных веществ.

Глава «Использование морских растений» дает представление о масштабах сбора, культивирования и использования водорослей в мире и особенно подробно – в странах АТР. В этой главе приводится таблица с указанием где (страна) и как (в пищу, для производства фикоколлоидов и удобрений, в медицине и др.) используются морские растения в странах мира (более 300 видов растений).

В главе «Культивирование морских водорослей: способы и проблемы» сделана попытка показать современное состояние марикультуры в мире и описать основные способы культивирования морских макрофитов в странах АТР. Анализируются проблемы, возникающие при культивировании водорослей различными способами. Одной из основных проблем является негативное влияние массовой промышленной монокультуры водорослей на естественные донные биоценозы, предлагаются пути решения некоторых из проблем.

В главе «Массовые полезные для человека морские макрофиты стран АТР (путеводитель)»

дается описание 162 массовых видов морских водорослей, произрастающих и используемых в странах АТР. Цветные фотографии водорослей в естественных условиях произрастания, в аквариуме и под микроскопом в большей части сделаны авторами в процессе научной работы на Дальнем Востоке России (Японское море), во Вьетнаме (Южно-Китайское море), в Японии на Окинаве (Восточно-Китайское море), в Китае (Желтое море) и в Корее (Восточно-Китайское море).

В списке литературы приводятся публикации, использованные авторами в написании обзора и при определении таксономического положения водорослей. В «Алфавитном указателе» дан список (на латинском языке) всех видов водорослей, упоминавшихся в книге, указаны страницы, где можно найти эти упоминания.

При описании водорослей (без ссылки на литературные источники) даются современные названия таксонов, согласно базе данных по водорослям (<http://www.algaebase.org>. 2011). В тех случаях, когда цитируются литературные данные, названия таксонов даются по цитируемым источникам; если ко времени написания нашей книги название таксона было изменено, то дается его новое название следуя базе данных по водорослям, а цитируемое дается в квадратных скобках.

Работа была выполнена благодаря финансовой поддержке со стороны академий наук России, Вьетнама, Китая, а также Университета Рюкю (Япония, Окинава). Наши исследования финансировали главным образом три научно-исследовательских института: Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской Академии наук (РАН) (г. Владивосток), Институт океанографии и Институт технологических и прикладных исследований Вьетнамской Академии наук (г. Нячанг). Авторы благодарят бывших и настоящих директоров этих институтов за постоянную поддержку в работе: академиков РАН А.В. Жирмунского, В.Л. Касьянова, А.В. Адрианова, профессоров Нгуен Ким Хунга, Нгуен Так Ана, Буи Хонг Лонга и Буи Минь Ли.

Мы благодарны О.С. Белоус (Сергеевой) за помощь в сборе и обработке материала, а также нашим коллегам Л.П. Перестенко, А.А. Калугиной-Гутник, Дам Дык Тьену, А.В. Скрипцовой, Нгуен Суан Хоа, П.В. Буторину, И.И. Чербаджи, Ле Ньы Хау, Фам Ван Хуену, Хюнг Куанг Нангу, Ёшикатсу Накано, Нгуен Хыу Зиню, Ли Ши Бо, Панг Шаоджуну, И.М. Яковлевой за участие в полевых работах. Специальную благодарность мы выражаем профессору Киёши Ямазато, профессору Макото Тсучия, профессору Мичио Хидака за приглашения работать на Морской биологической станции Университета Рюкю, профессору Хуанг Хуи за приглашения работать на Морской биологической станции Института океанологии Южно-Китайского моря, доктору биологических наук В.И. Радашевскому за приглашение сотрудничать в составе рабочей группы Северо-Тихоокеанской морской научной организации (PICES), а также доктору Инке Барч за приглашение работать с гербарным материалом в Институте полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (Бремерхафен, Германия). Работу рецензировали и редактировали: д.х.н. И.М. Ермак, к.б.н. М.В. Суховеева и Ю.И. Переплеткин, все замечания к книге авторы приняли с благодарностью.



О.С. Белоус на плантациях красной водоросли каппафикус в зал. Шон Хай, Вьетнам, март 2006 г.



А.В. Скрипцова (на переднем плане) на плантации красной водоросли грацилярии, Приморье (Россия), июнь 1994 г.

INTRODUCTION

Dear reader!

The book, which you hold in your hands, is summarizing of world literature on the use and cultivation of marine plants in over the world and especially in countries of the Asian-Pacific Region (APR) on the one hand and it is a result of own investigations conducted by the authors during more than twenty years on the other hand. The authors of the book are professionals in different areas of the science on marine plants: Titlyanov E.A. is specialist in biochemistry, physiology and ecology of marine benthic algae and hermatypic corals; Titlyanova T.V. – in taxonomy and ecology of macroalgae in temperate and tropical zones.

The book contains five chapters: «Marine plants», «Chemical structure, physical and chemical properties of useful substances of marine plants», «Cultivation of marine algae: methods and problems» and «Guide on common species of useful marine algae in countries of the APR».

In the Chapter «Marine Plants», the authors explain how they understand the term «marine plants». Modern classification of marine plants, description of their morphology and reproductive patterns are given. The position and role of marine plants in natural ecosystems is shown.

The Chapter «Chemical structure, physical and chemical properties of useful substances of marine plants» acquaints readers with useful substances, obtained from macroalgae, seagrasses and cyanobacteria. In the chapter, chemical formulae are given, physical and chemical properties of the most valuable substances are described.

The Chapter «Use of marine plants» gives a notion of a large scale harvesting, cultivation and the use of seaweeds in the World and especially in countries of APR (in detail). In the Chapter, table is given where pointed out common algae (about 300 species of more than 130 genera), which are used (in food industry, in production of phycocolloids and fertilizers, in medicine, etc.) and are cultivated in countries of over the world.

In the Chapter «Cultivation of marine algae: methods and problems», the attempt to show a modern state of mariculture in the world was made. Methodical approaches and main methods of marine macrophytes cultivation in the APR countries are described. Problems, which occur under algal cultivation by various methods are analyzed. One of the most problems is a negative influence of mass industrial monoculture of algae on natural bottom biocenoses; ways of the solution of some of problems are suggested.

In the Chapter «Guide on common species of useful marine algae in countries of the APR», description of 162 species of common useful marine plants growing in countries of the APR. In most cases, color photographs of marine algae in habitat, in aquarium and under microscope were made by the authors during scientific work in the Far East of Russia (The Sea of Japan), in Vietnam (South-China Sea), in Japan, Okinawa (East-China Sea), in China (Yellow Sea, South China Sea) and in Korea (South-China Sea).

In the «List of used literature», all publications used by the authors in the time of writing the book and identifying taxonomic status of algae are given. In alphabetic index (in Latin) all algal species mentioned in the book and pages are given.

When describing algal species (without references), modern names of taxons are given, according to Algaebase (<http://algaebase.org/species>). In the cases, when literature data are quoted, taxon names

are given according to the literature data, if the name was changed by the time of writing the book, we give new one according to algaebase after this the quoted name put in square brackets.

For writing of the four chapters, the Russian language was chosen in the hope that the book will be useful to the broad circle of the Russian readers: scientists, businessmen, students, pupils and people interesting in the sea.

The last chapter was written in the Russian and English languages and may be useful to all of knowing the both languages and interesting in flora of the Indo-Pacific Region. The first four chapters were written by E.A. Titlyanov, «Guide on common species of useful marine algae of the Asian-Pacific Region» was written by T.V. Titlyanova. Photographs of marine plants in natural conditions, in aquarium and on land were mainly made by E.A. Titlyanov, photographs under microscope were made by T.V. Titlyanova.

The work was fulfilled owning financial support by Academies of Sciences of Russia, Vietnam, China and University of the Ryukyus (Japan, Okinawa). Our investigations were mainly supported by the three research institutes: A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far East of Russia (Vladivostok), Institute of Oceanography and Institute of Technology Research and Application of the Vietnamese Academy of Sciences (Nha Trang). The authors thanks former and present directors of these institutes for constant support in the investigations: the academicians of the Russian Academy of Sciences A.V. Zhirmunsky, V.L. Kasyanov, A.V. Adrianov, the Professors Nguyen Kim Hung, Nguyen Tac An, Bui Hong Long and Bui Minh Ly.

We grateful to O.S. Belous (Sergeeva) for help in sampling, in processing materials and in preparation of the chapters «Use of marine plants» and «Chemical structure, physical and chemical properties of useful substances of marine plants». We also grateful to our colleagues Prof. L.P. Perestenko, Prof. A.A. Kalugina-Gutnik, Prof. Nguyen Huu Dinh, Dr. Nguyen Huu Dai, Dr. A.V. Skriptsova, Nguyen Xuan Hoa, P.V. Butorin, Dr. I.I. Cherbadi, Le Nuu Hau, Pham Van Huyen, Phycologist Huynh Quang Nang, Eshikatsu Nakano, Dr. Li Xiubao, Dr. Pang Shaojun, Dr. I.M. Yakovleva. Special thanks to Prof. Kiyoshi Yamazato, Prof. Makoto Tsuchiya, Prof. Michio Hidaka for invitations to work at the Marine Biological Station of the Ryukyu University, Prof. Huang Hui – at the Marine Biological Station of the South-China Sea Institute of Oceanology, Dr. V.I. Radashevsky for the invitation to participate at workshops of the North Pacific Marine Science Organization (PICES); and also to Dr. Inka Bartsch for invitations to work at the Alfred-Wegener Institute for Polar and Marine Research (Bremerhaven, Germany) with herbarium material. The book was reviewed and edited by Professor I.M. Yermak, Doctor M.V. Sukhoveeva and Honoured Journalist of the Russian Federation Yu.I. Perepletkin. The authors of the book are grateful for all comments.



Работа в составе группы RAS (PICES), Далянь (Китай), октябрь 2008 г.

ГЛАВА 1

МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ

Морскими растениями мы называем все автотрофные организмы, обитающие в море, содержащие хлорофилл *a* и осуществляющие процесс фотосинтеза с созданием органических веществ из двуокиси углерода (или бикарбоната) и воды с выделением молекулярного кислорода за счет энергии света. Морские растения представлены микро- и макроорганизмами, обитающими в толще воды (фитопланктон), на дне (фитобентос) или на искусственном субстрате (фитообрастания). Фитопланктонные организмы – это в основном одноклеточные микроводоросли, свободно дрейфующие в водной толще и неспособные противостоять течению. Фитобентосные организмы – одноклеточные и многоклеточные растения, живущие на поверхности грунта или внутри него. Фитообрастатели: микро- и макроводоросли, плавающие или прикрепленные к грунту (лежащие на дне), обрастающие естественные и искусственные предметы (субстраты). Данная книга посвящена главным образом используемым человеком бентосным макроводорослям и морским травам, которые имеют общее название – макрофиты. В этой главе кратко описаны некоторые биологические, физиологические и экологические характеристики основных групп бентосных микро- и макроводорослей, используемых человеком.

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

Классификация живых и мертвых организмов осуществляется методами таксономии и систематики. Таксономия объединяет организмы по морфологическим и анатомическим признакам в группы, называемые таксонами, в то время как систематика ищет родство (эволюционные связи) между таксонами. В альгологии (науке о водорослях) таксономия Линнея является доминирующей. По современной линнеевской таксономии морские растения, описанные или упоминаемые в данной книге, принадлежат двум империям и четырем царствам. В империю Eukaryota входят царства: Plantae, Chromista, Protozoa, а в империю Prokaryota – царство Bacteria.

К царству Plantae принадлежат морские травы, зеленые и красные водоросли. Морские травы входят в Отдел Magnoliophyta (цветковые растения); зеленые водоросли – в Отдел Chlorophyta, красные водоросли – в Отдел Rhodophyta. Царство Chromista включает в себя бурые водоросли, принадлежащие Отделу Heterokontophyta, и диатомовые водоросли, принадлежащие Отделу Bacillariophyta. В царство Protozoa входят одноклеточные водоросли динофлагеллаты, принадлежащие Отделу Myxozoa. Царство Bacteria включает синезеленые водоросли, принадлежащие Отделу Cyanobacteria.

В каждый отдел входят классы, в классы – порядки. В порядок входят семейства, в семейство – роды. Род может состоять из одного или многих видов. В одном виде могут быть несколько форм.

Классификация морских растений дается на латинском языке. Каждый вид имеет научное имя, которое состоит из двух названий (биномиал): первое – родовое название и второе – видовое. Первая буква родового названия пишется с прописной (большой) буквы, видовое название – со строчной (маленькой) буквы. Оба названия выделяются курсивом или подчеркиванием. Обычно биномиал сопровождается фамилиями авторов, описавших этот вид. В настоящее время название растения определяется «Международным кодексом ботанической номенклатуры» (МКБН) и входит в международную базу данных по водорослям (Guiry & Guiry, 2011). Следуя этому кодексу, например, номенклатура красной водоросли *Halymenia dilatata* (рис. 1) будет выглядеть следующим образом:

НАЗВАНИЕ: *Halymenia dilatata* Zanardini

К л а с с и ф и к а ц и я

Империя	Eukaryota
Царство	Plantae
Подцарство	Biliphyta
Отдел	Rhodophyta
Подотдел	Eurhodophytina
Класс	Florideophyceae
Подкласс	Rhodymeniophycidae
Порядок	Halymeniales
Семейство	Halymeniaceae
Род	<i>Halymenia</i>



Рис. 1. Красная водоросль *Halymenia dilatata*, растущая на каменистом грунте в бухте Сом Бау на глубине 2 м, г. Нячанг (Вьетнам), апрель 2006 г.

В книге приводятся современные названия видов (на июнь 2011 г.), при цитировании литературных данных за современным названием в квадратных скобках даны синонимы (старые названия), которыми пользовались авторы.

1.2. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

1.2.1. МАКРОВОДОРОСЛИ (Chlorophyta, Heterokontophyta, Rhodophyta)

Форма тела (слоевища, таллома) морских макроводорослей варьирует от относительно простой, состоящей из одной или нескольких клеток, до высокодифференцированной, разделенной на органы, подобные листьям, стеблям и корням высших растений.

В макроводорослях различают части талломов, служащие для прикрепления к субстрату. Они могут быть дисковидными, пальцевидными, шнуроподобными или другими хорошо развитыми формами (подошвы, ризоиды, корнеподобные выросты) (рис. 2). Сразу за ризоидальной частью таллома следует стеблеподобный вырост таллома (ножка, «стебель»), поддерживающий листовидный вырост слоевища (пластину, пластинку), хотя у многих видов этих образований нет, а ризоидальная часть таллома сразу переходит в пластину. Пластина может быть толстой, тонкой, пленчатой, нитчатой, цельной или рассеченной. Стелющиеся побеги (столоны), соединяющие вертикальные пластины, иногда называют «корневищем».

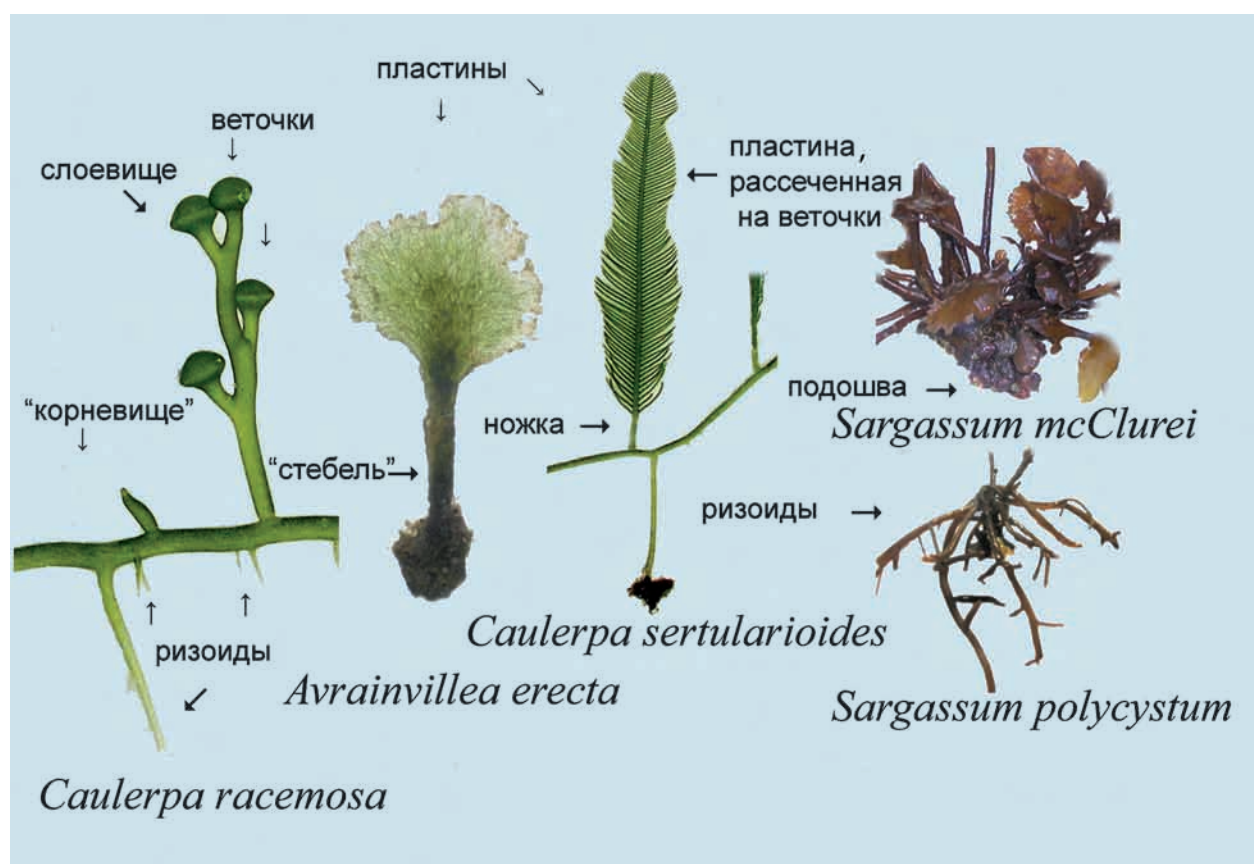


Рис. 2. Морфология макроводорослей

Тип ветвления растений является важной морфологической характеристикой при таксономической идентификации водорослей. Макроводоросли имеют в основном такие типы ветвления, как очередной, дихотомический (трихотомический), односторонний, неправильный и мутовчатый (рис. 3).

1.2.2. СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ, ИЛИ ЦИАНОБАКТЕРИИ (Cyanobacteria)

Синезеленые бентосные водоросли представлены одноклеточными и колониальными формами (рис. 4). Колониальные водоросли (колонии водорослей) имеют плоскую, сферическую, нитчатую, ветвистую или аморфную формы. Студенистая (желатинозная) оболочка индивидуальных клеток может сливаться в желатинозный матрикс. Нить может состоять из одной или нескольких цепочек (трихом) клеток. Синезеленые водоросли не имеют органелл для осуществления движения. Однако некоторые формы цианобактерий, такие как представители рода *Oscillatoria*, могут двигаться за счет вибрирования.

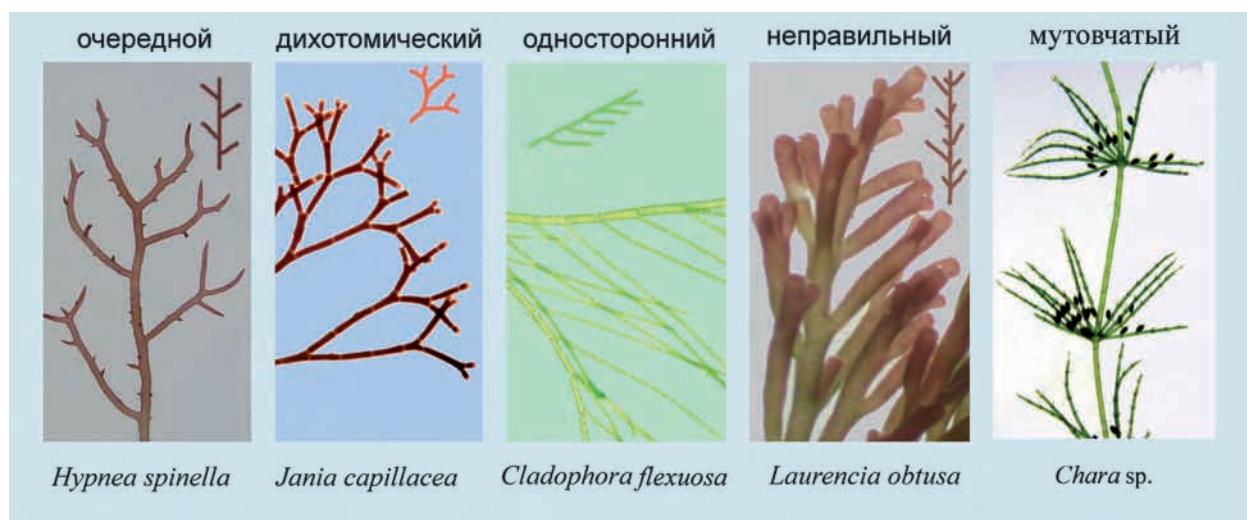


Рис. 3. Типы ветвления слоевищ макрофитов

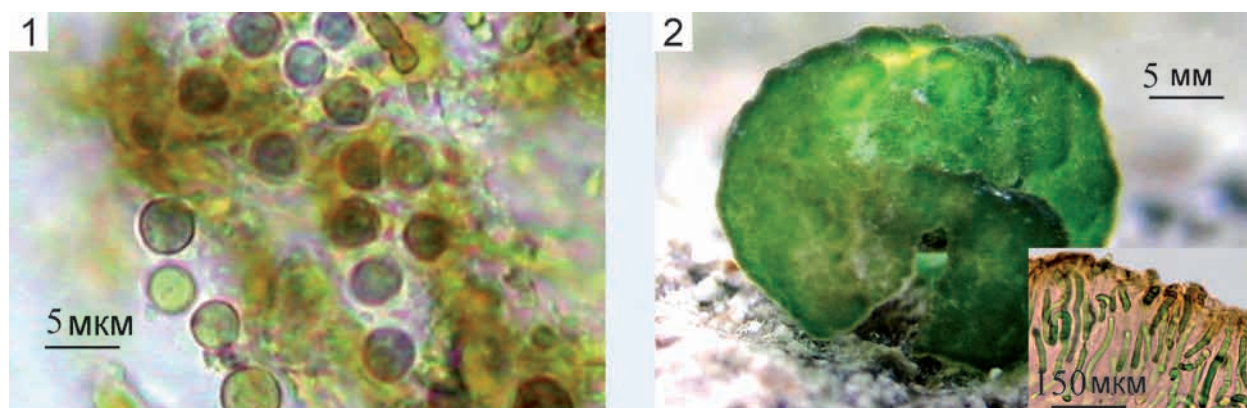


Рис. 4. Морфология цианобактерий: 1 – одноклеточные эндолитические синезеленые водоросли в скелете коралла; 2 – колониальная эпилитическая синезеленая водоросль *Brachytrichia quoyi*. Вьетнам, март 2007 г.

1.2.3. ДИАТОМЕИ (Bacillariophyta)

Диатомеи, или одноклеточные диатомовые водоросли (рис. 5), являясь самыми распространенными представителями фитопланктона, многочисленны также в бентосных сообществах. Они имеют сложный наружный скелет или своеобразный панцирь, состоящий из аморфного кремнезема, покрытого слоем органического материала. Панцирь диатомей состоит из двух половинок или створок: эпитеки и гипотеки. Более старые, верхние створки слегка перекрывают нижние, более молодые створки. Форма панциря сильно варьирует. В бентосных сообществах диатомеи обитают на поверхности илистого и песчаного дна, на камнях, морских растениях и животных (раковины моллюсков, панцири ракообразных).

1.2.4. ДИНОФЛАГЕЛЛАТЫ (Dinoflagellata), ЗООКСАНТЕЛЛЫ

Зооксантеллы – общее название микроводорослей, живущих в симбиозе с морскими животными: кораллами, актиниями, зоантариями, гидроидами, медузами и моллюсками. У далеких в систематическом положении хозяев обитают разные виды и даже роды зооксантелл. У рифостроящих кораллов, принадлежащих к разным видам, встречается в основном один вид зооксантелл – *Symbiodinium microadriaticum* Freudenthal. В клетке хозяина зооксантелла находится в форме неподвижной цисты (8–10 мкм в диаметре) с тонкой оболочкой (рис. 6). Зооксантеллы размножаются в клетках хозяина и передаются от родителей к потомству с половыми продуктами, или планулами.

1.2.5. МОРСКИЕ ТРАВЫ

Одним из основных компонентов рифовой экосистемы являются морские травы, которые заселяют песчаные и илисто-песчаные участки дна, а некоторые из них способны закрепляться корневищами за твердое основание рифа (например, *Thalassodendron ciliatum*). Морские травы, как и высшие наземные растения, имеют корневища, стебли, листья и цветки (рис. 7).



Рис. 5. Морфология бентосных диатомовых водорослей

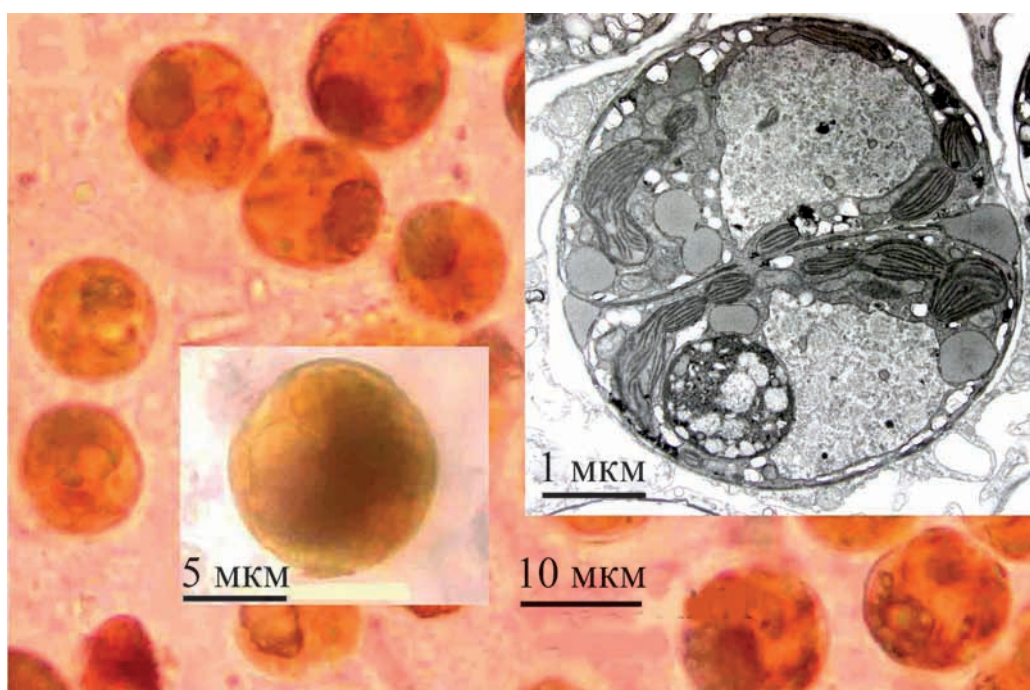


Рис. 6. Эндосимбиотические водоросли зооксантеллы из ткани склерактиниевого коралла *Porites lutea*, краевой риф о-ва Сесоко (Окинава, Япония), март 1998 г. Вставка: фотография делящейся клетки зооксантеллы под электронным микроскопом (Фото Джунзо Тсукахары)



Рис. 7. Морская трава *Cymodocea serrulata*, о-в Фукуок, Вьетнам, апрель 2009 г. Вставка: морская трава *Thalassia hemprichii*, о-в Хайнань, Китай, октябрь 2008 г.

1.2.6. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ФОРМЫ

Морские растения, играющие определенную роль в подводных экосистемах, рационально объединять в группы не по систематическому положению, а по схожести их основных морфологических (рис. 8) и физиологических признаков. Так, тонкие нитчатые, трубчатые и тонко разветвленные формы водорослей, талломы которых часто построены из одного или двух слоев клеток,



Рис. 8. Морфологические формы морских растений

а также нитчатые колонии цианобактерий, имеющие высокое отношение площади слоевища (или колонии) к объему, можно объединить в одну группу высокопродуктивных, быстро растущих и короткоживущих морских растений, которые обычно занимают супралиторальную, литоральную и самую верхнюю часть сублиторальной зоны с резко и часто меняющимися условиями существования (эфимеры-оппортунисты) (рис. 9, 10).

В противоположность вышеописанным формам, мясистые, грубые мешковидные, толстокожистые, жесткосуставчатые формы имеют низкое отношение поверхностной площади слоевищ к их объему. В большинстве случаев их талломы покрыты толстой кутикулой и состоят из большого числа клеточных слоев, стенки клеток построены из множества целлюлозных тяжей. Эта группа растений менее продуктивна, чем вышеупомянутая, и, как правило, представлена медленнорастущими и долгоживущими видами, обитающими в сублиторали (рис. 11).

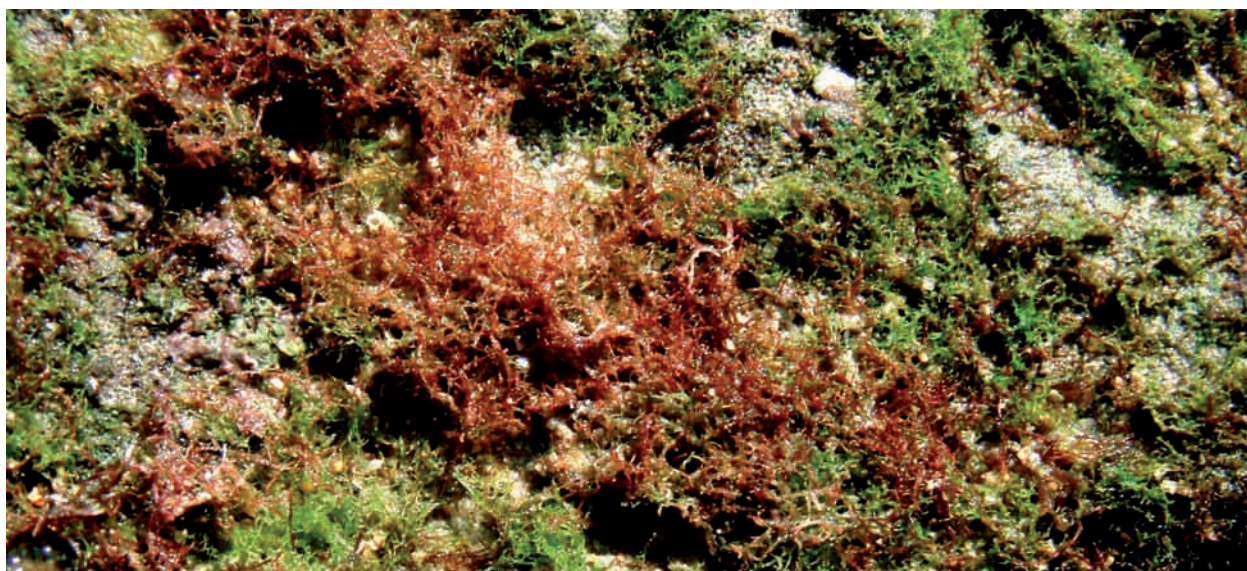


Рис. 9. Сообщество тонконитчатых и тонкоразветвленных водорослей с доминированием зеленой водоросли *Ulva clathrata* и красной *Gayliella flaccidum* на литорали о-ва Хайнань (Китай), октябрь 2008 г.

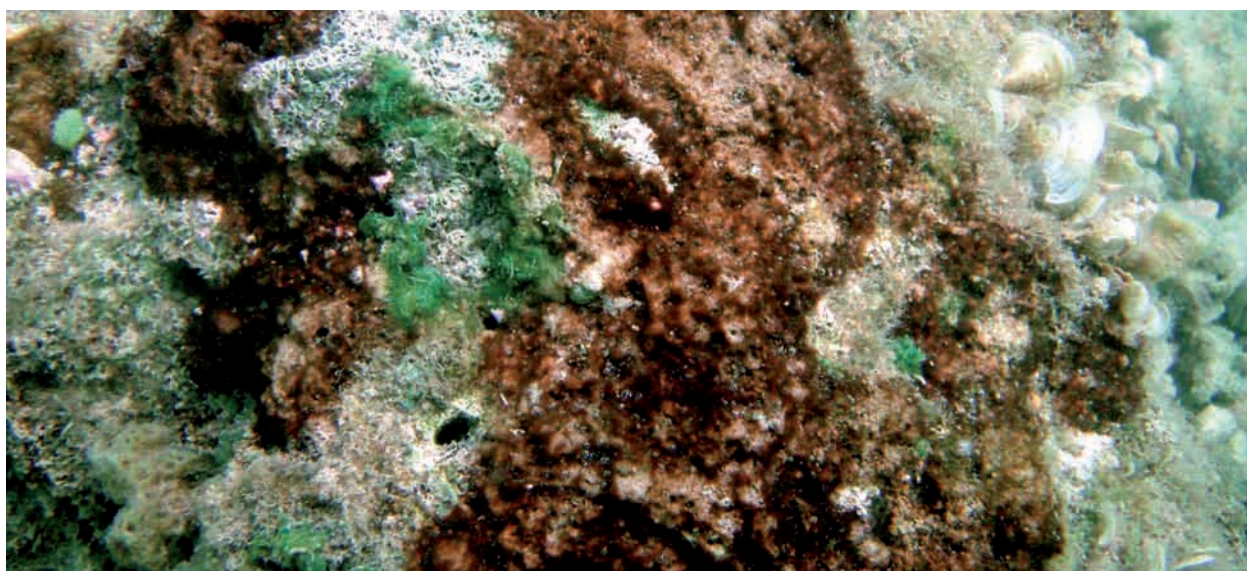


Рис. 10. Эфимерное сообщество синезеленых водорослей с доминированием *Lyngbya majuscula* и *Coleofasciculus chthonoplastes* на мелководье п-ова Лухуитоу (о-в Хайнань, Китай), апрель 2009 г.

Водоросли, имеющие известковый скелет, принимают участие в строительстве карбонатного основания рифа и объединяются в группу растений-рифостроителей. Некоторые из них покрывают субстрат в виде твердых бугорчатых корок (красные кораллиновые водоросли) и могут расти в местах, подверженных частому и сильному воздействию штормовых волн, образуя в таких местах известковый гребень, который уменьшает силу волнового воздействия на коралловый риф (рис. 12).



Рис. 11. Сообщество крупных водорослей с доминированием обызвествленной зеленой водоросли *Halimeda discoidea* на коралловом рифе в бухте Сом Бау (зал. Нячанг, Вьетнам), апрель 2007 г.



Рис. 12. Сообщество известковых красных водорослей с доминированием *Peyssonnelia conchicola* на коралловом рифе о-ва Мун, зал. Нячанг (Вьетнам), апрель 2006 г.

1.2.7. ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ БЕНТОСНЫХ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

Морские растения на коралловом рифе существуют в разных жизненных формах, например, водоросли-эпилиты обитают на твердых субстратах, прикрепляясь к камням, раковинам, мертвым скелетам кораллов. Водоросли-эндолиты поселяются внутри твердого субстрата: в скелетах живых и мертвых колоний кораллов, в створках раковин и других животных, а также в карбонатном основании кораллового рифа. Водоросли-эндолиты, в свою очередь, имеют две хорошо выраженные жизненные формы: водоросли, колонизирующие уже существующие полости внутри субстрата, и водоросли, активно проникающие в твердый субстрат (сверлильщики, *Ostreobium quekettii*) (рис. 13).

Морские растения могут быть симбионтами животных. Например, одноклеточные водоросли-зооксантеллы, живущие внутриклеточно в эндодерме кораллов (эндосимбионты), или симбиотические зеленые и синезеленые водоросли, обитающие в скелетах живых склерактиниевых кораллов (эктосимбионты) (рис. 4, 13).

Водоросли-эпифиты прикрепляются к слоевищам крупных форм макроводорослей или листьям морских трав (рис. 14), эпибионты – к твердым и мягким покровам животных. Некоторые многоклеточные и одноклеточные водоросли живут в межклетниках других растений (эндофиты) (рис. 15), а некоторые паразитируют на морских животных и на других видах водорослей. Не все бентосные водоросли прикрепляются к субстрату, некоторые из них являются свободноживущими и образуют скопления (например, некоторые виды грацилярии и анфельции).

1.3. РАЗМНОЖЕНИЕ

Многоклеточные водоросли имеют два основных способа размножения: бесполой (вегетативный) и половой. Бесполой способ размножения включает в себя образование и выделение спор, пропагул и фрагментацию слоевищ. Подвижные споры и зооспоры формируются в специальных репродуктивных органах – зооспорангиях, а неподвижные апланоспоры – в апланоспорангиях. Пропагулы (споры) и фрагменты талломов развиваются в новые особи.

Половое размножение происходит путем слияния репродуктивных клеток, называемых гаметаметами. Существует три типа полового размножения: изогамия – слияние в половом процессе

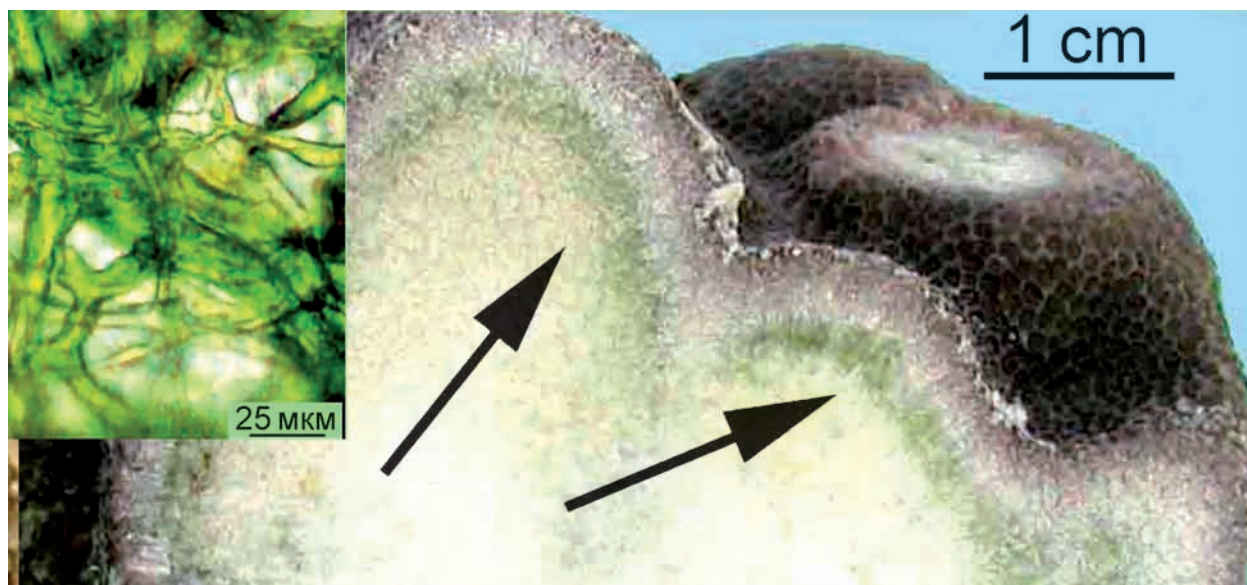


Рис. 13. Эндолитическая зеленая водоросль *Ostreobium quekettii*, обитающая в скелете склерактиниевого коралла *Porites lutea* на рифах о-ва Окинава (Япония), январь 2003 г.

подвижных гамет одинаковой формы и равной величины (изогаметы); анизогамия – слияние в половом процессе подвижных гамет разной величины (анизогаметы) и оогамия – слияние небольшой подвижной мужской гамет и большой неподвижной женской гамет. Гаметы формируются в гаметангиях: мужские гаметы образуются в антеридиях, женские – в оогониях.

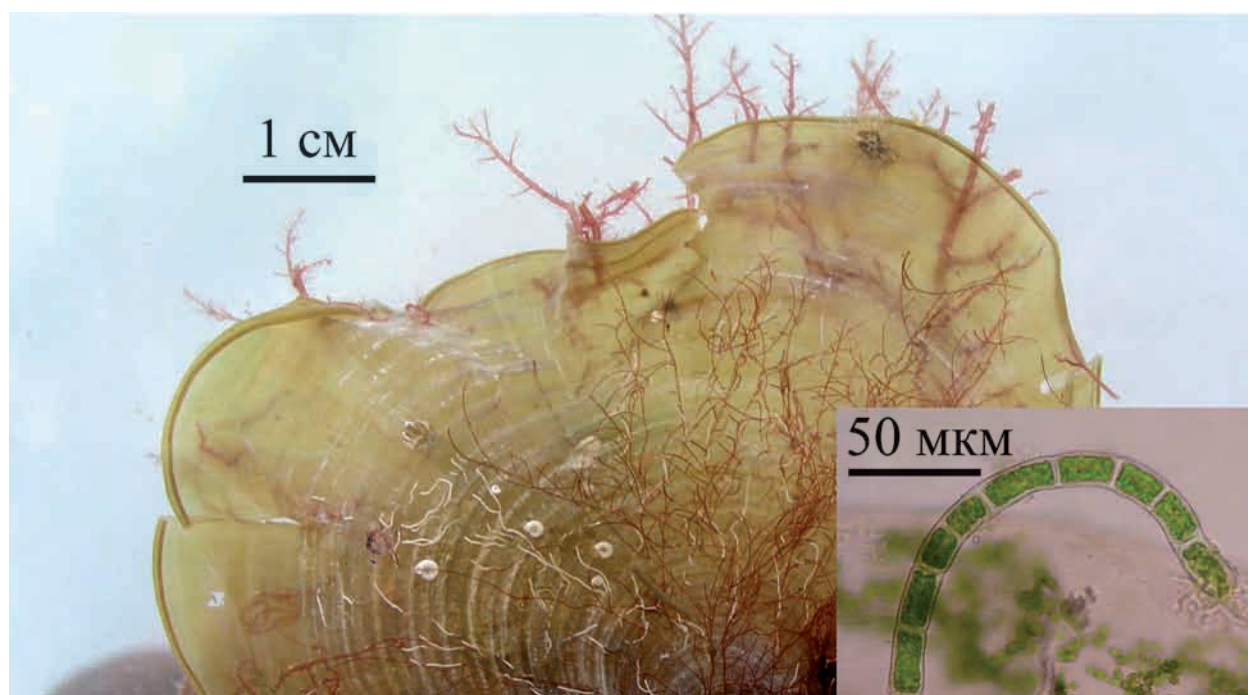


Рис. 14. Эпифитные красные водоросли *Spyridia filamentosa*, *Herposiphonia secunda* на бурой водоросли *Padina boryana*, о-в Мот, зал. Нячанг (Вьетнам), апрель 2007 г. Вставка: зеленая водоросль *Rhizoclonium riparium* – эпифит на *Cladophora laetevirens*

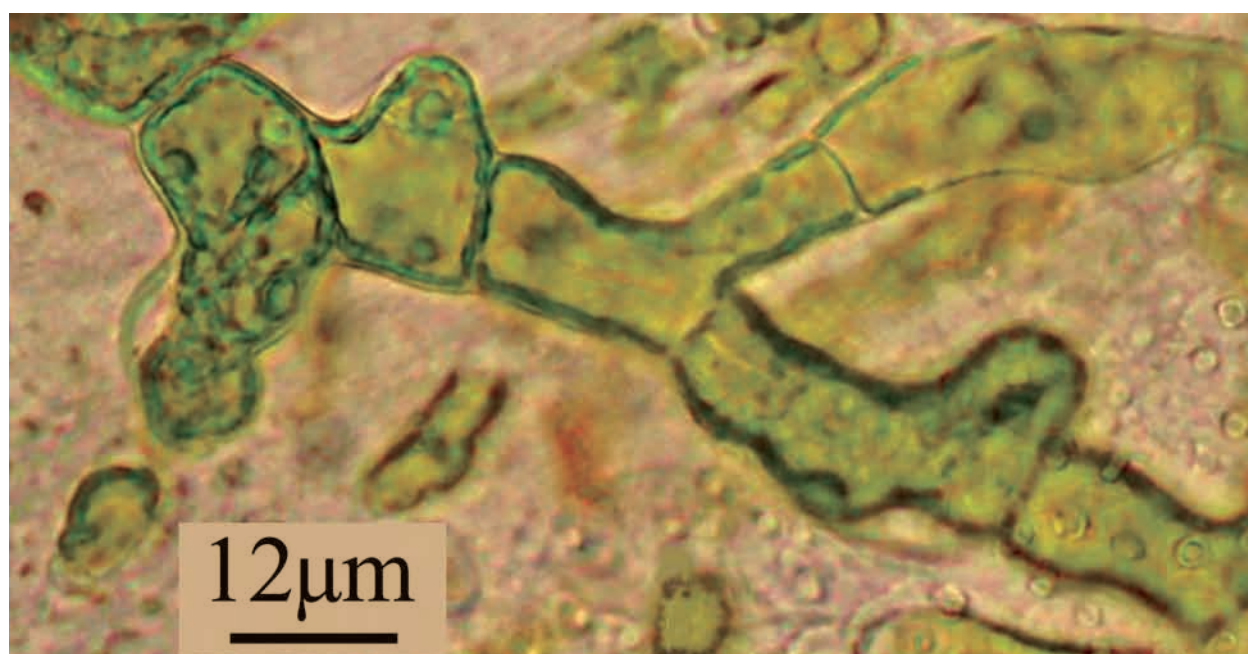


Рис. 15. Эндифит – зеленая водоросль *Acrochaete leptochaete* под кутикулой красной водоросли *Nereis spinella*. Остров Хайнань, Китай, апрель 2009 г.

Во многих высокодифференцированных формах морских водорослей репродуктивные клетки могут формировать отчетливые структуры в виде фертильных (плодущих) зон (пятен) на поверхности таллома, называемых сорусами, и подушковидных структур, называемых нематациями. Репродуктивные органы могут располагаться также в полостях таллома – в концептакулах, открывающихся одной или несколькими порами. Иногда органы размножения развиваются на специализированных частях ветвей – рецептакулах. Жизненные циклы макроводорослей (онтогенез) протекают без чередования или с чередованием двух-трех соматических генераций (рис. 16). Гаметофитные (размножающиеся половым путем) и спорофитные (размножающиеся бесполом путем) генерации могут быть морфологически одинаковыми (изоморфные) или разными (гете-

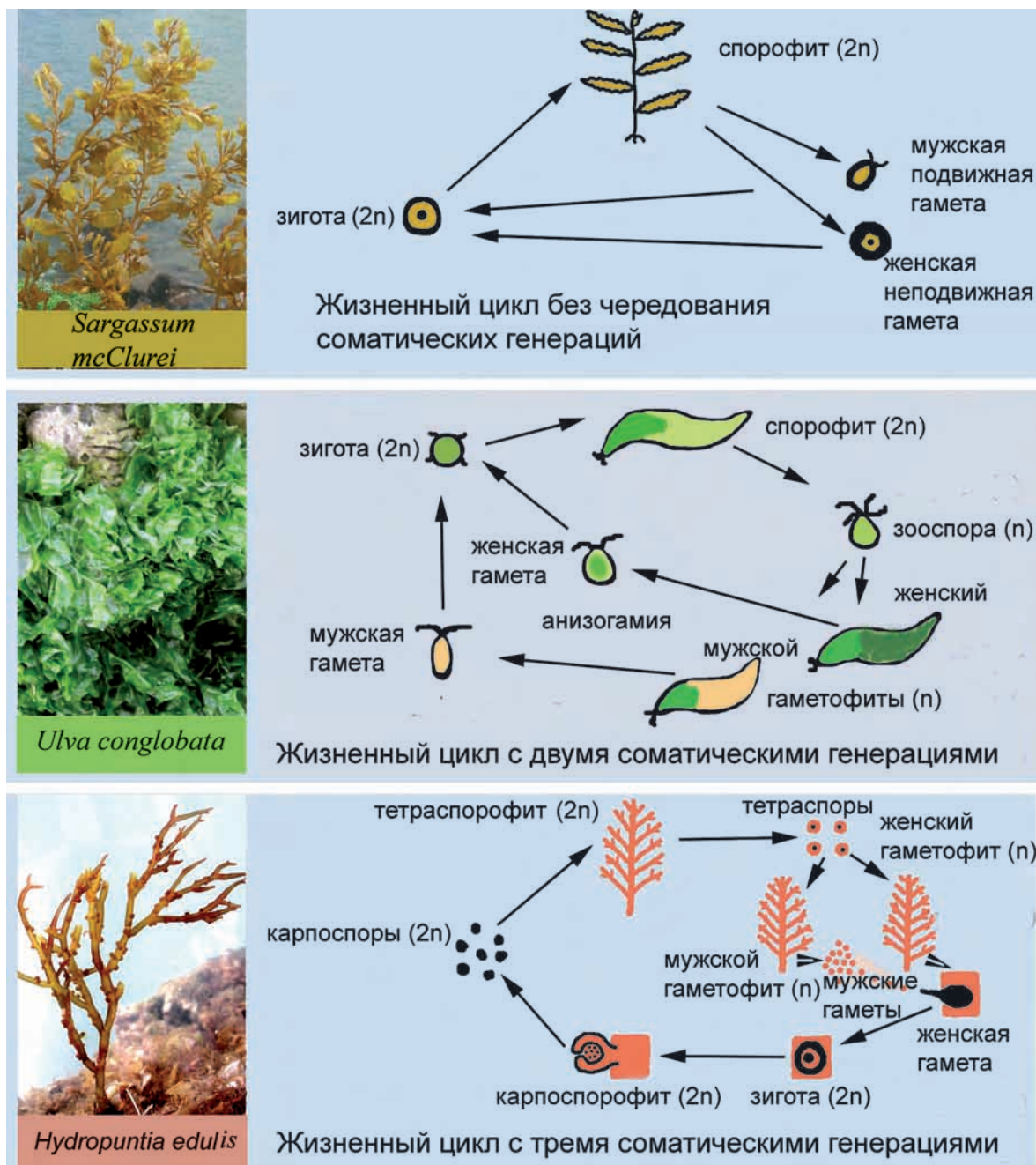


Рис. 16. Последовательность стадий развития в жизненных циклах морских бурых, зеленых и красных водорослей на примере *Sargassum mcClurei* (Heterokontophyta), *Ulva conglobata* (Chlorophyta) и *Hydropuntia edulis* (Rhodophyta)

роморфные). Во время спорофитной фазы жизненного цикла через мейоз продуцируются мейоспоры, развивающиеся в гаметофитные мужские и женские растения. Таким образом, спорофит имеет двойной набор хромосом (диплоидный спорофит, $2n$), а гаметофиты имеют только один набор хромосом (гаплоидный гаметофит, n). Гаметофиты продуцируют гаметы через митотическое деление (митоз). Гаметы сливаются, образуя зиготу, которая развивается в спорофитное растение. Саргассовые водоросли имеют только одну соматическую генерацию – спорофит, который, однако, продуцирует через мейоз не споры (как большинство водорослей), а подвижную мужскую и неподвижную женскую гаметы. После оплодотворения зигота прорастает, а проросток через некоторое время отрывается от взрослого растения. Весь репродукционный процесс протекает на рецептакулах, расположенных в верхней части слоевища (рис. 16).

У большинства видов зеленых водорослей в жизненном цикле представлены две чередующиеся генерации, а у красных водорослей из класса флоридеевых присутствует третья соматическая генерация – диплоидный карпоспорофит, развивающийся из зиготы и паразитирующий на женском гаметофите (рис. 16). Карпоспорофит продуцирует репродуктивные клетки – карпоспоры, развивающиеся в карпоспорангиях. Карпоспоры дают спорофит (или тетраспорофит), образование спор (тетраспор) на котором идет через мейоз. Тетраспоры развиваются в гаметофитные мужские и женские растения, завершая жизненный цикл водоросли.

1.4. МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ В ЭКОСИСТЕМЕ КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ

Страны, находящиеся в тропической и субтропической областях Мирового океана, отличаются наличием высокопродуктивных прибрежных, подводных экосистем, таких как мангровые леса, луга морских трав и коралловые рифы. Наибольшее биоразнообразие среди этих экосистем имеют коралловые рифы. Исторически рифы формируются главным образом благодаря процессам кальцификации при строительстве скелета у склерактиниевых кораллов и кораллиновых водорослей. Основными первичными продуцентами органического вещества на коралловых рифах являются морские растения. Морские растения на коралловых рифах представлены микро- и макроорганизмами, обитающими в толще воды (фитопланктон), на дне (фитобентос), на искусственном субстрате (фитообрастания). Бентосные морские растения играют ведущую роль в построении и функционировании экосистемы коралловых рифов (Littler, Littler, 2000, 2003; Fong, Paul, 2011).

1.4.1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ НА КОРАЛЛОВОМ РИФЕ И ФАКТОРЫ, ЕГО ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

Морские растения на коралловых рифах, как и в других экосистемах, распределены в пределах эуфотической (эпипелагической) зоны или освещенной толщи морской воды, где световые условия позволяют фотосинтезирующим организмам пройти полный жизненный цикл. Глубина распространения эуфотической зоны различна и зависит главным образом от прозрачности воды. В чистых океанических водах эта зона может простираться до глубин 200–250 м. Световой диапазон, при котором растения могут фотосинтезировать и проходить полный жизненный цикл, составляет от 0,01 до 100% фотосинтетически активной радиации, падающей на поверхность воды (ФАР_n).

Свет является одним из главных факторов, лимитирующих распространение водорослей в глубину. Обычно водоросли не растут на глубинах, где интенсивность света менее 1% ФАР_n (что составляет около $10\text{--}15 \text{ мЕ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ в середине солнечного дня) (Титлянов, 1999). В то же время в

субтропиках красные обызвествленные водоросли из рода *Lithothamnion* широко распространены на больших глубинах, обитая при 0,1–0,05% ФАР_п (Molinier, 1960; Lang, 1974; Littler et al., 1986).

При отсутствии межвидовой конкуренции почти все водоросли способны обитать в пределах световой интенсивности от 100 до 1% ФАР_п (Титлянов, 1983; Титлянов и др., 1983). Однако некоторые виды водорослей, чувствительные к ультрафиолетовому облучению, не способны жить в литоральной зоне при воздействии прямых солнечных лучей (Yakovleva, Titlyanov, 2001; Fong, Paul, 2011).

Морские водоросли, в отличие от высших растений (как наземных, так и морских), способны адаптироваться к экстремально широкому диапазону световой интенсивности. Процесс онтогенетической (физиологической) адаптации происходит с запуском определенных механизмов и с участием большого числа адаптивных реакций. Например, такие механизмы, как максимизация светового поглощения, эффективная утилизация поглощенного света и экономная трата резервных веществ, реализуют адаптацию к экстремально низкому свету. Одной из главных реакций механизма максимизации светового поглощения является накопление фотосинтетических пигментов. Основной реакцией механизма эффективной утилизации поглощенной энергии является повышение квантового выхода фотосинтеза затененных растений. Экономная утилизация запасных и структурных веществ осуществляется через уменьшение скорости дыхания и экскреции ассимилятов (Титлянов, 1983, 1999; Титлянов и др., 1987; Titlyanov, Titlyanova, 2002).

Морские растения, в зависимости от их физиологических возможностей, обитают в трех экологических зонах рифа. Первая зона расположена на границе моря и суши. Эта супралиторальная кайма, или так называемая зона заплеска, большую часть времени находится над водой и увлажняется только во время сильных штормов и экстремально высоких приливов. Морские растения, растущие в этой зоне, поселяются в затененных трещинах скал, небольших полостях (пещерах) на вертикальных стенках или под скальными уступами (рис. 17).

Вторая экологическая зона – это приливоотливная часть берега, или литораль (зона периодических колебаний уровня моря). Морские растения, живущие здесь, покрываются морской во-



Рис. 17. Зона заплеска (выше белой полосы) на п-ове Лухуитоу (о-в Хайнань, Китай), октябрь 2008 г. Вставка: ниши в коралловых глыбах, в которых были найдены синезеленые водоросли (Cyanobacteria) *Coleofasciculus chthonoplastes*, *Oscillatoria limosa*, *Spirulina major* и *Aphanocapsa litoralis*

дой во время приливов и обсыхают во время отливов. Водоросли, обитающие в литоральных лужах (углубления скального или валунно-глыбового грунтов), постоянно находятся в воде (рис. 18).

В третьей, сублиторальной зоне водоросли находятся под водой, редко обсыхая во время сизигийных отливов или при сильных сгонных ветрах, дующих с берега (рис. 19). Выделенные зоны резко различаются по природным условиям. В супралиторальной кайме и в верхней литоральной зоне особенно изменчивы температурные условия. Водоросли большую часть суток находятся на воздухе и при высоких температурах могут высохнуть, не теряя при этом жизнеспособности. Сублиторальные виды водорослей менее устойчивы к обсыханию, чем супралиторальные и литоральные. В течение дождливого сезона водоросли опресняются. Отмеченные неблагоприятные условия для водорослей в супралиторали характерны также для водорослей литоральной зоны во время отлива.

Супралиторальные и литоральные организмы приспособлены к жизни в условиях быстрых и значительных изменений температуры, освещенности, солености, влажности, pH, концентраций кислорода и углекислоты (Титлянов, 1983; Fong, Paul, 2011).

В сублиторальной зоне водоросли обитают в более благоприятных и постоянных условиях. В рифовых экосистемах тропиков температура воды обычно не превышает 30°C и не опускается ниже 24°C. Мы считаем, что температура воды, по всей вероятности, не является фактором, лимитирующим существование морских растений на всем протяжении сублиторали кораллового рифа из-за относительно небольших изменений с глубиной, а также изменений между зимним и летним сезонами, однако существует и другое мнение (Fong, Paul, 2011).



Рис. 18. Осушенная зона (литораль) во время отлива на п-ове Лухуитоу (о-в Хайнань, Китай), апрель 2009 г., с доминированием красной водоросли *Polysiphonia japonica* var. *savatieri*



Рис. 19. Верхняя сублиторальная зона (глубина 1 м во время отлива) на коралловом рифе островов Антхой (Вьетнам), апрель 2009 г. Заросли бурой водоросли *Turbinaria decurrens* среди кораллов

В то же время в супралиторальных и литоральных лужах вода может прогреваться до 40–45°C, что ограничивает поселение многих видов водорослей в этой экологической нише. Соленость воды в прибрежных экосистемах материков и больших островов зависит от количества осадков и колеблется в пределах 24–34‰. Временное изменение солености воды на коралловых рифах мало влияет на жизнеспособность морских растений и структуру их сообществ из-за небольших колебаний солености и природной устойчивости морских растений к её изменениям. Смешивание морской воды с пресной, происходящее около эстуариев больших рек, влияет на водоросли в меньшей степени, чем на симбиотические кораллы, которые получают осмотический шок и частично или полностью теряют свои зооксантеллы. Кораллы, не восстановившиеся после шока, погибают, а мертвые колонии заселяются водорослями-эпилитами (Titlyanov et al., 2000, 2008; Diaz-Pulido, McCook, 2002).

Растворимый неорганический азот (аммоний, нитраты и нитриты) является одним из основных факторов, обеспечивающих рост водорослей на коралловых рифах. Концентрация минеральных питательных веществ в воде вблизи коралловых рифов обычно выше, чем в окружающих океанических водах, но ниже, чем в прибрежных эстуариях и лагунах (Crossland, 1983; D'Elia, Wiebe, 1990; Szmant, 2002; Atkinson, Falter, 2003; Atkinson, 2011). Азотфиксирующие синезеленые водоросли способствуют повышению концентрации и позитивному балансу азотсодержащих соединений в экосистеме коралловых рифов (McClanahan et al., 2007).

Коралловый риф постоянно имеет достаточное количество фосфора благодаря его круговороту внутри экосистемы (Atkinson, 2011). Однако некоторые исследования показывают, что из-за



Рис. 20. Травоядные рыбы, поедающие зеленую водоросль ульву из сообщества водорослевого торфа на коралловом рифе в бухте Сом Бай (зал. Нячанг, Вьетнам), апрель 2007 г.

связывания ионов фосфата кальцием первый может удаляться из экосистемы, а водоросли будут испытывать недостаток фосфора (Fong et al., 1993). В верхней сублиторали обитают водоросли наиболее устойчивые к высокой турбулентности воды. Так, саргассовые и кораллиновые водоросли способны расти и сдерживать натиск волн в наиболее турбулентных местах кораллового рифа, а именно на наружной стороне риф-флота или внутри риф-креста. В плотных сообществах фрондозных водорослей (например, *Sargassum*), также как и в водорослевом торфе, умеренная турбулентность воды обеспечивает приток питательных веществ к растениям (Sousa, 1984; Hurd, 2000).

Описанные выше экологические зоны значительно отличаются по влиянию биотических факторов на морские водоросли. Например, в супралиторальной зоне выедание водорослей рыбами и беспозвоночными животными практически исключено. В литоральной зоне выедание лимитируется осушением дна и турбулентностью воды при приливоотливных течениях и при волновых воздействиях. Выедание водорослей травоядными животными определяет скорость накопления биомассы, частоту и интенсивность размножения индивидуальных растений, что является важным регулирующим фактором в сукцессии водорослевых сообществ (рис. 20). Основными травоядными животными на коралловых рифах являются рыбы, морские ежи и брюхоногие моллюски (Montgomery, 2011; Glynn, Enochs, 2011). Следует отметить, что мелкие травоядные животные могут оказывать положительное влияние на рост макроводорослей, освобождая их от эпифитов (Nay, 1997).

На здоровом коралловом рифе с незагрязненной водой конкуренция между морскими водорослями и кораллами за уже занятый субстрат и используемые ресурсы не играет важной роли в формировании сообществ растений и кораллов. На таких рифах покрытие дна кораллами составляет около 80–90% и не изменяется годами. Однако при любых повреждениях кораллового рифа,

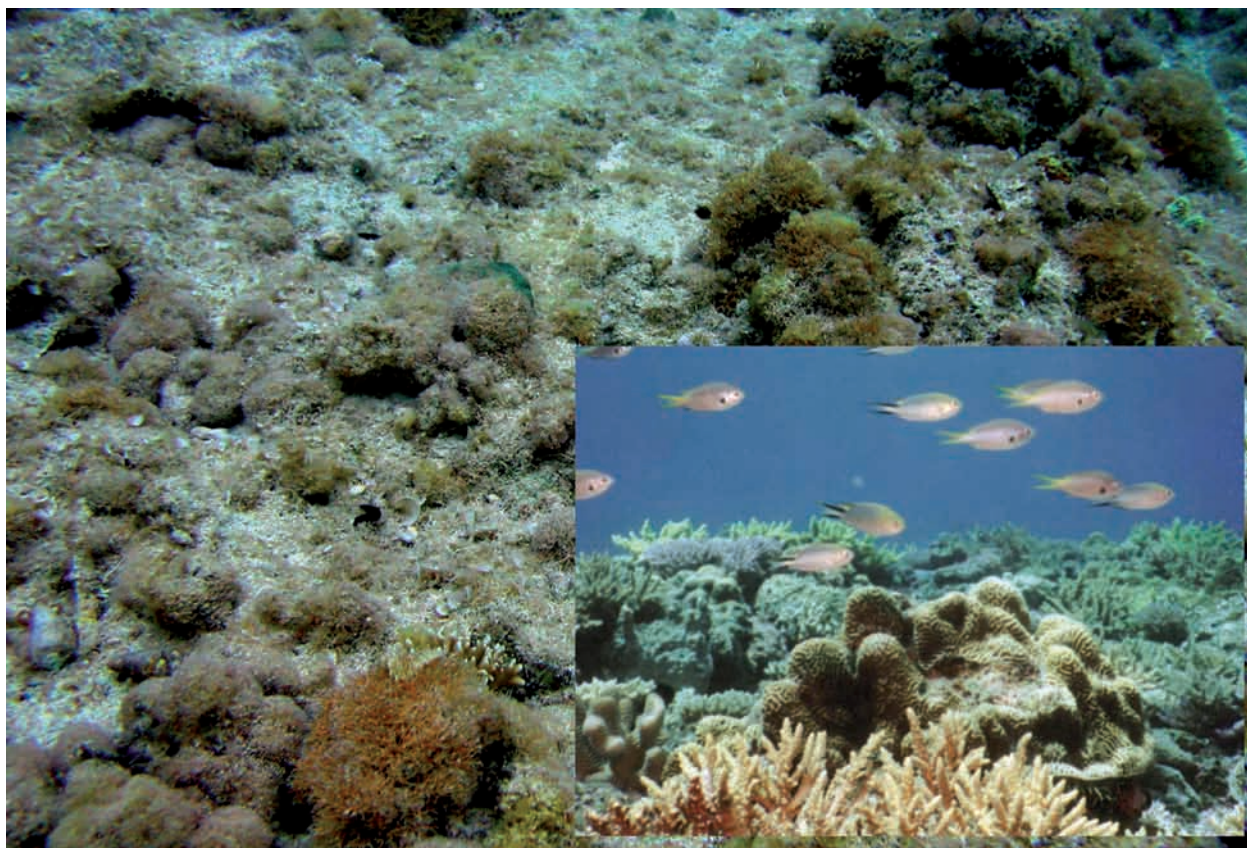


Рис. 21. Краевой риф о-ва Сесоко (Окинава, Япония), заросший водорослями («растительный» риф, апрель 2003 г.) после массовой гибели кораллов в 1998 г. Вставка: то же самое место краевого рифа в 1995 г.

особенно после массовой гибели склерактиниевых кораллов, конкуренция между водорослями и кораллами за вновь образованный субстрат приобретает главенствующее значение в восстановлении и дальнейшей судьбе рифовой экосистемы.

Мертвые и поврежденные колонии кораллов уже в первый год после экологической катастрофы заселяются бентосными микро- и макроводорослями. Покрытие карбонатного основания рифа живыми кораллами уменьшается, в то время как покрытие дна водорослями увеличивается (скелеты мертвых колоний кораллов становятся субстратом для поселения рифовых животных и растений). Эти изменения могут привести к экологическому сдвигу, при котором бентосные водоросли путем конкурентной борьбы могут вытеснить кораллы с субстрата и из пространства рифа, а риф может (вероятно, временно) превратиться из кораллового в растительный (рис. 21) (McCook et al., 2001; Титлянов, Титлянова, 2008).

Марк и Диана Литтлеры разработали гипотезу о закономерностях распространения кораллов и различных групп водорослевых сообществ на коралловом рифе в зависимости от действия основных абиотических и биотических факторов. Следуя этой гипотезе герматипные кораллы, содержащие зооксантеллы, обычно завоевывают субстрат и пространство при интенсивном выедании макробентосных водорослей животными, при умеренном уровне волнового воздействия и при низких концентрациях питательных веществ.

Кораллиновые водоросли преобладают в местах с умеренным или сильным выеданием некальцинированных водорослей, с сильным волновым воздействием и умеренным или высоким уровнем питательных веществ в воде. Сообщества водорослевого торфа формируются в условиях низких уровней минерального питания и выедания, в то время как заросли крупных «мясистых» и «облиственных» (фрондозных) макрофитов занимают экологические ниши, богатые питательными веществами и не подверженные прессу травоядных животных (Littler et al., 1991).

1.4.2. РОЛЬ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ В ЭКОСИСТЕМЕ КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ

Первичное образование органических веществ и их рециклинг. Коралловые рифы покрывают 600000 квадратных километров земной поверхности (0,17%). Валовая фиксация CO_2 коралловыми рифами Мирового океана высокая – 20×10^{12} г углерода в год, 15% этой продукции используется внутри рифовой структуры, 10% используется человеком, а остальные 75% экспортируются с кораллового рифа в прилегающие пространства океана (Crossland et al., 1991).

Высокая продукция коралловых рифов обусловлена прежде всего практически полной утилизацией падающего света рифовыми фотосинтезирующими организмами – морскими растениями, что происходит в связи со сложной структурой кораллового рифа и высокой степенью фотоакклимации рифовых фотосинтезирующих организмов к падающему свету (Titlyanov, 1991; Titlyanov, Titlyanova, 2002; Dubinsky, Falkowski, 2011). На коралловом рифе освещаемая поверхность дна практически полностью покрыта фотосинтезирующими организмами, причем наиболее освещенные места заняты наиболее продуктивными организмами – склерактиниевыми кораллами, первичная продукция которых складывается из продукции эндосимбиотических одноклеточных водорослей-зооксантелл и эктосимбиотических зеленых и синезеленых водорослей. Не менее продуктивны также сообщества тонкопластинчатых и тонконитчатых форм макроводорослей, которые занимают ярко освещенные экологические ниши на литорали. Планктонные микроводоросли и водоросли-симбионты губок, мягких кораллов и моллюсков также являются продуцентами органического вещества на коралловом рифе, однако вклад их невелик (Crossland et al., 1991; Fong, Paul, 2011). Затененные и глубоководные места на рифах заняты в основном малопродуктивными, долгоживущими красными кораллиновыми водорослями. На неповрежденном коралловом рифе, с покрытием субстрата кораллами более 50%, основную первичную продукцию дают одноклеточные симбиотические водоросли-зооксантеллы. На поврежденном коралловом рифе основными продуцентами органического вещества могут стать макрофиты (Титлянов, Титлянова, 2008; Stambler, 2011).

Отмершие водоросли выносятся на берег или, оседая на дно, задерживаются среди патч-рифов. В обоих случаях они становятся пищей животных-консументов и бактерий-редуцентов. Последние, превращая органическое вещество в неорганическое, повышают концентрацию растворимых форм азота и фосфора (особенно в лагунах) до уровня, достаточного для поддержания высокой продукции морских растений (Fong, Paul, 2011).

Рифостроительство. Сообщества известковых корковых водорослей из родов *Porolithon*, *Peyssonnelia*, *Lithothamnion* и *Lithophyllum* являются рифостроителями, связывающими соседние участки карбонатного основания рифа, мертвые скелеты колоний и коралловую гальку, а также «цементируют» карбонатный песок и другие осадки, находящиеся между колониями кораллов, защищая таким образом риф от эрозии, или создают новый карбонатный пласт в основании кораллового рифа (Littler, Littler, 1988, 1995; Chisholm, 2003; Diaz-Pulido et al., 2007). Отложение карбоната кальция внутри ткани корковых известковых водорослей идет со скоростью выше 10 кг CaCO_3 на 1 м² в год. Обитая в сублиторали, эти водоросли способны формировать карбонатные структуры до глубин 50–100 м (Molinier, 1960; Lang, 1974; Littler et al., 1986).

Сообщества крупных обызвествленных зеленых водорослей – представителей родов *Halimeda*, *Udotea* и красных – представителей родов *Amphiroa* и *Galaxaura* также продуцируют карбонат кальция. Из остатков слоевищ этих водорослей образуется карбонатный песок, который на дне заполняет пространства между колониями кораллов, играя роль строительного материала рифа. Так, из водорослей рода *Halimeda* на барьерном рифе Белиза в Карибском море образуется до 40% (по объему) карбонатного песка (Macintyre et al., 1987). Водоросли из этого рода накапливают карбонат кальция (в виде арагонита) со скоростью около 2 кг CaCO_3 на 1 м² в год (Merceron

et al., 2007; Nelson, 2009), их вклад в построение карбонатного основания рифов в глобальном масштабе составляет около 8% (Hillis, 1997).

Фиксация молекулярного азота. Ведущей ролью морских растений на рифе является фиксация молекулярного азота. Эту роль выполняют цианобактерии (представители родов *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Calothrix*, *Anabaena*, *Entophysalis*, *Nodularia* и др.), обитающие в мягких осадках между колониями кораллов, на камнях и мертвых колониях, как эпифиты на морских травах и как эндолиты внутри скелетов кораллов (Carone, Taylor, 1980; Bergman et al., 1997; Welsh et al., 2000; Hansen et al., 2000; Dong et al., 2002a, b, 2006, 2008; Lugomela, 2002; Hamisi et al., 2004). Скорость фиксации азота синезелеными водорослями зависит от таких факторов, как интенсивность света, доступность растворенных питательных веществ, а также от температуры воды (Erftemeijer, Middelburg, 1995).

Морские растения – начальное звено пищевой цепи. Морские макробентосные водоросли и эпифитные микроводоросли являются основной пищей травоядных животных на коралловом рифе (Hay, 1997; Burkepile, Hay, 2006; Hughes et al., 2007). Эксперименты показывают, что травоядные животные за одни сутки могут использовать до 100% дневной продукции макроводорослей (Duffy, Hay, 1990; Hughes et al., 2007). Рыбы из таких семейств, как Blenniidae, Kyphosidae, Siganidae, селективно выедают нитчатые и «мясистые» формы водорослей из сообществ водорослевого торфа, которые они предпочитают известковым кораллиновым и другим корковым водорослям. Некоторые виды рыб выедают зеленые водоросли (из родов *Cladophora* и *Ulva*), другие объедают бурые водоросли (из родов *Sargassum* и *Dictyota*) (Hay, 1997; Gacia et al., 1999). Морские водоросли поедаются не только рыбами, но и морскими ежами, крабами и амфиподами. Морские травы поедать могут только те животные, которые способны переваривать целлюлозу, например, морские черепахи и дюгоны.

Сообщества морских растений – среда обитания морских животных. Сообщества водорослевого торфа (особенно в сублиторальной зоне), крупных сильноразветвленных водорослей (саргассовых) и сообщества морских трав являются хорошим укрытием от хищников для таких групп животных, как рыбы, ракообразные и моллюски, а также для их личинок. Членистые кораллиновые водоросли являются убежищем большого количества видов мелких беспозвоночных (Nelson, 2009; Fong, Paul, 2011). Некоторые исследователи выделяют специфическую фауну сообществ этих водорослей (например, Kelaher, 2002; Kelaher et al., 2004; Chapman et al., 2005; Liuzzi, Garpa, 2008).

Крупные макрофиты и корковые обызвествленные водоросли являются хорошим субстратом для поселения на них некоторых групп сидячих морских животных, таких как гидроиды, спирорбисы, мшанки, фораминиферы. Кораллиновые водоросли служат субстратом, положительно влияющим на осаждение и закрепление планул склерактиниевых кораллов, а также на их развитие (метаморфоз) (Ritson-Williams et al., 2010; Vermeij et al., 2009). Это дает основание считать, что кораллиновые водоросли, поселяющиеся на мертвых колониях кораллов после каких-либо природных или антропогенных катастроф, не мешают, а способствуют восстановлению кораллового рифа. Некоторые виды кораллиновых водорослей содержат химические вещества, способствующие осаждению и прохождению метаморфоза личинок определенных видов кораллов (Morse, Morse, 1991). Эти водоросли используются на фермах по производству морского ушка (абалоне) как субстрат для осаждения и развития его личинок (Morse, Morse, 1984; Roberts, 2001).

На старых слоевищах макроводорослей и листьях морских трав поселяется множество эпифитных и эндифитных водорослей, а также сапрофитных морских грибов. Таким образом, морские растения обеспечивают одно из главных условий существования кораллового рифа – его высокое биоразнообразие.

Защита рифа от разрушительного действия волн. Кораллиновые водоросли очень устойчивы к действию волн, поселяясь на риф-кресте, они образуют крепкий гребень в литоральной зоне, о который разбиваются волны, защищая таким образом от разрушения delicate формы водо-

рослей и животных, обитающих в верхней части склона рифа. Такую же роль на коралловом рифе играют кожистые и фрондозные водоросли из родов *Turbinaria* и *Sargassum*, которые растут в нижней части литоральной и в самой верхней части сублиторальной зон (Littler, Littler, 1988).

Примечание. При написании главы кроме цитированной была использована следующая литература: Taylor, 1960; Pham, 1969; Norris, 1975; Bold, Wynne, 1978; Trench, Blank, 1987; Перестенко, 1980; Mann, Droop, 1996; Littler, Littler, 1984; Titlyanov et al., 2001; Thacker, Valerie, 2004; Larkum et al., 2006; Seckbach, Chapman, 2010; Harrison, 2011.



Определение таксономической принадлежности морских растений:
Т.В. Титлянова и А. Фрике в лаборатории Полярного института
им. Альфреда Вегенера, Бремерхафен, Германия, 2010 г.

ГЛАВА 2

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ, СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛЕЗНЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА ВЕЩЕСТВ

Морские и наземные растения состоят в основном из одних и тех же групп органических и неорганических соединений. Однако существует большое количество отдельных веществ, специфичных для определенных таксонов морских растений: макроводорослей, морских трав, цианобактерий. В кратком обзоре о химическом составе морских макрофитов и цианобактерий мы остановимся только на полезных (или токсичных) для человека веществах.

2.1. МАКРОФИТЫ ИЗ ОТДЕЛОВ *Rhodophyta*, *Heterokontophyta* и *Chlorophyta*

Содержание воды в растениях прежде всего зависит от их видовой принадлежности, морфологии и анатомии, возраста и места произрастания. Свежие макроводоросли содержат от 80 до 90% воды. В высушенных водорослях содержание воды зависит от способа сушки: при сушке на воздухе в них остается от 10 до 20% воды, а при сушке в сушильном шкафу при температуре 105°C – не более 1% воды.

Сухое вещество слоевищ макроводорослей состоит из органических (60–85%) и минеральных (15–40%) веществ (Кизеветтер и др., 1981; McDermid, Stuercke, 2003), их абсолютное и относительное количество зависит не только от видовой принадлежности растения, но также от стадии жизненного цикла и условий обитания (Бухрякова, Леванидов, 1969; Шмелькова и др., 1973; Matsuyama et al., 1982). В сухих макроводорослях содержание углеводов составляет от 30 до 60%, белков – от 5 до 30%, жиров – от 0,1 до 2% сухой массы (сух. м.). Другие органические соединения, такие как пигменты, свободные органические кислоты и аминокислоты, летучие соединения, содержатся (в сумме) от 1 до 5% сух. м. Минеральные соединения (зола) составляют от 7 до 36% сух. м. Наиболее ценными для человека органическими веществами морских водорослей являются углеводы и витамины, а минеральными элементами – йод, кальций и железо. Углеводы из морских растений являются для человека не только пищей, они используются в медицине, а также в различных отраслях промышленности. Водоросли можно назвать «поливитаминными концентратами», так как они содержат практически все необходимые человеку витамины в больших концентрациях, чем овощи и фрукты. В водорослях в легкодоступной форме содержатся все минералы, необходимые человеку. Далее мы остановимся на полезных для человека веществах, содержа-

щихся в морских растениях разных таксономических отделов: Rhodophyta, Heterokontophyta, Chlorophyta, Tracheophyta и Cyanobacteria.

2.1.1. КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ (Rhodophyta)

Главной особенностью химического состава полезных человеку веществ красных водорослей является наличие в них таких сульфатированных полисахаридов, как агар и каррагинаны, которые широко используются в пищевой промышленности и медицине. Кроме сульфатированных полисахаридов человеком используются многие другие органические и неорганические вещества – как представляющие, так и не представляющие пищевой ценности.

Белки и свободные аминокислоты

Содержание общего белка в красных водорослях варьирует от вида к виду. Так, среди гавайских водорослей наименьшее количество белка (2,7%) было обнаружено у *Chondrophycus dotyi* [= *Laurencia dotyi*] и наибольшее (21,2%) – у *Halymenia formosa* (McDermid, Stuercke, 2003). У *Porphyra* spp. из Японии отмечено очень высокое содержание белков, например, у *P. yezoensis* оно достигало 43% от сух. массы (Nisizawa et al., 1987). Содержание азотистых соединений (преимущественно общего белка) у красных водорослей дальневосточных морей России варьирует от 6,5% у *Gracilaria vermiculophylla* [= *G. verrucosa*] до 27,1% сух. м. у *Ahnfeltia tobuchiensis*. Содержание белка в водорослях зависит от сезона. Так, у *Chondrus armatus* (зал. Измены, о-в Кунашир) наименьшее количество общего белка (8,5%) было отмечено в июле, а наибольшее (11,6% сух. м.) – в сентябре (Суховеева, Подкорытова, 2006). В то же время три вида грацилярии с южного побережья Индии не показали сезонных изменений в содержании белка (Jayasankar, Kulandaivelu, 1999).

Аминокислотный состав белков красных водорослей представлен 16 аминокислотами: аланином, аргинином, аспарагиновой кислотой, валином, гистидином, глицином, глутаминовой кислотой, лейцином, лизином, метионином, пролином, серином, тирозином, треонином, цистином, и фенилаланином. Он не отличается от аминокислотного состава белков зеленых и бурых водорослей. Однако лизина и аргинина в белках красных водорослей было обнаружено больше, чем в зеленых и бурых водорослях (Lourenc et al., 2002). Белки красных водорослей перевариваются ферментами и бактериями желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) человека, наличие в их составе незаменимых аминокислот повышает их питательную ценность.

14 свободных аминокислот (САК) было найдено в красных водорослях из Японского моря. В отличие от зеленых водорослей в них присутствовали цитруллин, гистидин, метионин, орнитин, S-гидроксиметил-L-гомоцистеин, а от бурых – цитруллин, S-гидроксиметил-L-гомоцистеин. Наличие в водорослях отдельных САК видоспецифично. Так, из проанализированных красных водорослей *Neodilsea yendoana* в значительных количествах содержала цитруллин (40,7 мг %), таурин и аланин; *Chondria crassicaulis* – D-цистеиновую кислоту (57,4 мг %) и хондрин; *Laurencia nipponica* – фенилаланин (1,9 мг %) и тирозин (1,1 мг % сух. м.); *Gracilaria vermiculophylla* – аргинин (Takagi et al., 1967).

Лектины – это белки, способные к специфическому узнаванию и связыванию углеводов. Они находят применение в медицине. В водорослях лектины находятся главным образом в клеточных стенках. Белки, классифицируемые как лектины, могут иметь очень разную структуру и объединяются в группу веществ больше по функциональным признакам, чем по химической структуре (Hori et al., 1990). Лектины включены во многие биологические процессы в организме, например, во взаимоотношения между хозяином и патогенными организмами, в межклеточный транспорт, в индукцию апоптоза и др. Лектины из водорослей используются человеком при диагностике злокачественных образований, в борьбе с вирусными заболеваниями, болезнями крови, а также при

иммунодефиците (Ziółkowska, Włodawer, 2006). Из красной водоросли *Griffithsia* sp. был выделен лектин – гриффитсин (griffithsin). Белковая часть молекулы гриффитсина состоит из 121 аминокислоты, которые связаны в единую цепь. Белок образует комплекс с моно- и дисахарами, такими как манноза, N-ацетилглюкозамин (N-acetylglucosamine), 1→6α-маннобиоза (1→6α-mannobiose) и мальтоза. Из *Eucheuma serrata* было выделено два изолектина. Оба лектина содержали белковые молекулы с молекулярным весом 29000 дальтон (Да) и отличались только по изоэлектрической точке. Они проявляли свойства гемагглютинов и показывали митогенетическую активность на лимфоцитах мышей (Kawakubo et al., 1999). Из *Gracilaria vermiculophylla* [= *G. verrucosa*] было выделено три лектина-гемагглютина. Первый, названный GVA-1, был гликопротеином с низким содержанием углеводов (Shiomi et al., 1981), второй – протеогликан (Kano et al., 1992), и третий – гликопротеин с высоким содержанием углеводов, проявляющий свойства гемагглютинов, содержащий в основном галактозу (97,8%), а также фруктозу, глюкозу, ксилозу и глюкозамин (Kakita et al., 1997). Из красной водоросли *Tichocarpus crinitus* (Японское море) был выделен и очищен новый лектин, получивший название TCL, с молекулярным весом 41000 Da и значением изоэлектрической точки 4,93. В TCL обнаружено высокое содержание таких аминокислот, как аспарагиновая, глутаминовая, серин, треонин, пролин и аланин. Он содержал 6,9 % углеводов, что указывает на его гликопротеиновую природу (Molchanova et al., 2010).

Углеводы

Низкомолекулярные углеводы красных водорослей, как и у всех других растений, представлены в основном промежуточными и конечными продуктами фотосинтеза. Среди этих углеводов в наибольшем количестве найдена сахароза, ее количество достигает 2% от сух. м. и зависит от вида водоросли, ее возраста и условий обитания. Основными сахороспиртами красных водорослей являются дульцит и сорбит (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Запасные углеводы

«Багрянковый» крахмал. Большинство красных водорослей запасают внутри хлоропластов и вне их гликоген, или «багрянковый» крахмал (БК) (Percival, McDowell, 1967). БК представляет полимерную цепь связанных между собой молекул глюкозы с большим количеством боковых ветвей (α 1-4-связанные остатки глюкозы с 1-6-связанными боковыми цепями). У представителей порядков Porphyridiales и Bangiales в состав БК входит амилоза (Cole, Sheath, 1990; McCracken, Cain 1981). По физико-химическим свойствам БК находится между гликогеном животных и крахмалом растений. Крахмал красных водорослей накапливается в цитоплазме, иногда вблизи хлоропласта, примыкая к нему, но никогда внутри последнего (Титлянов и др. 1993) (рис. 22). Содержание БК в красных водорослях зависит от видовой принадлежности, а также от условий произрастания водорослей и колеблется от 0 до ~20% сух. м. Так, бразильские виды грацилярии содержали крахмала от 10 до 15% сух. м. (Guimarães et al., 2003).

У *Solieria chordalis* в условиях культуры БК накапливался при освещенности 75 мкмоль м⁻² с⁻¹ и расходовался при 35 мкмоль м⁻² с⁻¹. В то же время изменения в солености воды не влияли на содержание крахмала (Goulard et al., 2001). БК хорошо переваривается и усваивается человеческим организмом (Palevitz, Newcomb, 1970).

Флоридозид (floridoside) был обнаружен у представителей всех порядков Rhodophyta за исключением Ceramiales. Флоридозид представляет собой или гликозид 2-О*-D-галактопиранозил глицерол (2-О*-D-galactopyranosylglycerol) (рис. 23,А), или α-D-галактопиранозилглицерол (α-D-galactopyranosylglycerol) (Karsten, 1999; Simon-Colin et al., 2002), их содержание (оба изомера) у представителей порядка Bangiales (*Porphyra* и *Bangia*) может быть выше 30% от сух. м. (Karsten,

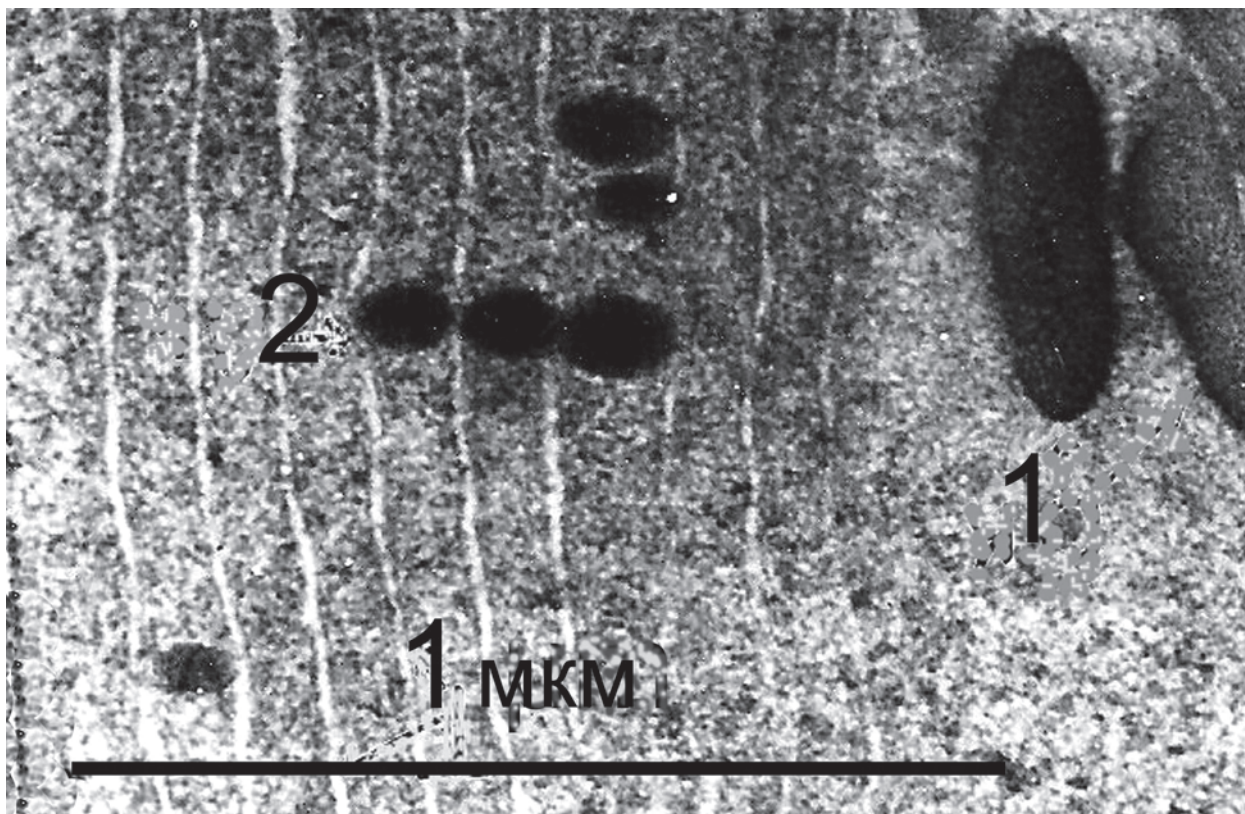


Рис. 22. Внутренняя структура хлоропласта красной водоросли *Grateloupia turuturu*. 1 – крахмал красных водорослей. 2 – липидные капли

1999). Представители порядка Ceramiales аккумулируют химически близкое соединение – дигениазид или α -D-маннопиранозил-(1-2)-глицерат (digeneaside, α -D-mannopyranosyl-(1-2)-glycerate) (Kremer, 1978) (рис. 23,Б). Флоридозид, как и БК, является полноценным питательным продуктом (Craigie, 1974).

Полисахариды клеточных стенок

Целлюлоза – один из структурных компонентов клеточных стенок красных водорослей, находящаяся в них в кристаллической или аморфной формах. Целлюлоза, представляет собой линейный полисахарид, состоящий из остатков D-глюкозы и не переваривается в ЖКТ человека.

В клеточных стенках некоторых красных водорослей (*Porphyra*, *Bangia*) присутствуют маннаны.

Маннаны представляют линейную цепочку полисахаридов, где остатки маннозы связаны 1-4-гликозидными связями. Подобно целлюлозе, маннаны могут образовывать кристаллическую структуру. В структуру клеточных стенок также входят ксиланы, в которых остатки ксилозы соединены 1-3- и 1-4-гликозидными связями. В отличие от целлюлозы и маннанных, ксиланы имеют разветвленную структуру (Кретович, 1971).

Сульфатированные полисахариды. Основными полисахаридами клеточных стенок (а часто и межклеточников) красных водорослей, составляющих основную массу органического вещества всего растения, являются сульфатированные полисахариды (СПС).

СПС агар состоит из двух химических компонентов: агарозы и агаропектина в соотношении 7:3. Агароза – нейтральный полисахарид с линейной структурой повторяющихся единиц, на-

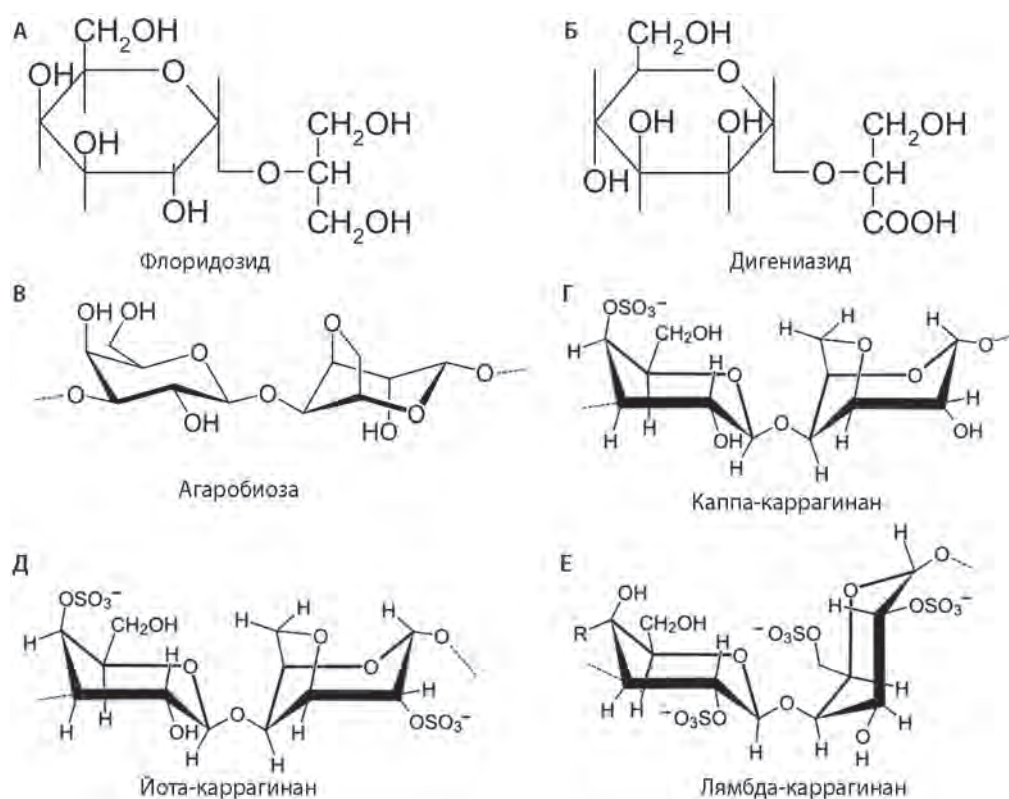


Рис. 23. Химические формулы полезных веществ красных водорослей

званных агаробиозой (рис. 23,В), которая состоит из (1→3)-β-D-галактопираноза-(1→4) и 3,6-α-L-ангидрогалактоза [(1→3)-β-D-galactopyranose-(1→4)-3,6-anhydro-α-L-galactopyranose].

Агаропектин – кислый полисахарид, содержащий сульфатированный эфир пировиноградной кислоты и D-глюкуроновую кислоту наряду с агаробиозой. Содержание сульфата в агаре относительно низкое (от 3,5 до 9,7%). Агар не растворяется в холодной воде, он абсорбирует воду и разбухает, образуя рыхлый гель, который при подогреве до 80°C или выше плавится, превращаясь в вязкий раствор. Важнейшей физико-химической характеристикой агара, определяющей его качество при использовании, является прочность геля, определяемая по модулю сдвига 1% геля в паскалях (Па) или в г /см².

Основным химическим свойством, определяющим качество агара, является содержание в нем агарозы (увеличивающей прочность геля) и сульфатов, снижающих его прочность. В *Gracilaria truncata* была найдена новая форма агара, молекулы которого метилированы во всех шести позициях D-галактозы и в двух позициях L-галактозы. Присутствие метильной группы значительно уменьшало способность агара образовывать гель (Furneaux et al., 1990; Seckbach, Chapman, 2010).

Агар содержится в красных водорослях следующих порядков: Gelidiales, Cryptonemiales, Ceramiales и Gigartinales (Usov, Klochkova, 1992). Водоросли, содержащие агар, названы агарофитами. Агар получают в основном из представителей следующих родов: *Ahnfeltia*, *Gelidium*, *Gloiopeltis*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Hydropuntia*, *Mazzaella* и *Pterocladia*.

Содержание агара в водорослях колеблется в зависимости от вида и условий выращивания (от 10 до 50% сух. м.). Из всех изученных водорослей наибольшее содержание агара отмечено у видов рода *Gracilaria*, а наибольшая прочность геля – у видов родов *Gelidium* и *Ahnfeltia* (Титлянов и др., 1993). Так, содержание агара у неприкрепленной формы *Gracilaria vermiculophylla*, обитающей на краю ареала в лагунах южного Приморья, колебалось от 30 до 40% (в естественных условиях) и от 25 до 52% сух. м. (в культуре).

Содержание сульфатов в агаре (из природного материала) составляло от 3 до 5%, агарозы – от 13 до 50%, а прочность геля была от 800 до 3500 Па (Лапшина и др., 1991, 1993). У *Gelidium amansii* из Японии содержание агара варьировало между 25–30% сух. м. (Levring et al., 1969); у *G. chilense* из Чили – 25–31% (Santelices et al., 1981); у *G. spinosum* [= *G. latifolium*] с о-ва Ява – 25–35% (Levring et al., 1969); у *G. lingulatum* из Чили – 20–24% (Alveal, 1998). У *G. micropterum* из Индии оно достигало 43% (Levring et al., 1969); у *G. pusillum* с Филиппин – 41% (Trono, 1993), а из Индии – 50% (Mairh et al., 1998). Содержание агара в трех видах грацилярии из центральной части Филиппинских островов составляло: у *Gracilaria arcuata* – от $2,6 \pm 0,6$ до $21,7 \pm 0,7\%$ сух. м., у *G. salicornia* – от $2,9 \pm 0,1$ до $15,7 \pm 1,3\%$ и у *G. blodgettii* от 0,1 до $20,7 \pm 5,9\%$. Прочность геля у *G. arcuata* была 17–260 г/см², у *G. salicornia* – 29,5–147 г/см² и у *G. blodgettii* – 29,6–235 г/см² (Calumpong et al., 1999).

Анализ *Gracilaria vermiculophylla* [= *G. verrucosa*] из Желтого моря (Shi et al., 1984) показал, что наибольшее содержание агара было в августе (31,1% сух. м.), а наименьшее (24,1% сух. м.) – в сентябре. В среднем гаметофит содержал 29%, а спорофит – 26% агара. Какой-либо закономерности в прочности геля, содержании сульфатов или агарозы в водорослях в разные сезоны года обнаружено не было.

G. salicornia из Танзании накапливала агар от 13,7 до 30,2% сух. м. Прочность геля у агара, обработанного щелочью, составляла от 118 до 251 г/см². В то же время прочность геля природного агара была на 40% меньше. Содержание агарозы в агаре колебалось от 37,4 до 44,3%, а сульфатов – от 0,5 до 2,8%. В сухой период года содержание агара и агарозы в агаре уменьшалось (Buriyo, Kivaisi, 2003). У *Gracilariopsis lemaneiformis*, обитающего в Калифорнийском заливе (Мексика), наибольшие содержание агара (14% от сух массы) и прочность геля (891 г/см²) были отмечены в весенние месяцы (Pacheco-Ruiz et al., 1999). У *Pterocladia capillacea* [= *Pterocladia capillacea*] из Бразилии содержание агара варьировало от 5 до 32% сух. м., наибольший выход агара отмечен в начале лета, а наименьший – зимой. Содержание агарозы в агаре варьировало от 27 до 48%, а сульфатов – от 1 до 5% (Oliveira, 1998). У *P. capillacea* [= *P. capillacea*] с Канарских островов содержание агара всегда уменьшалось поздней весной и ранним летом, прочность геля увеличивалась зимой, достигая максимума в декабре–феврале (Freile-Pelegrin et al., 1996).

В лабораторной культуре *Gelidium robustum* накапливал до 43% агара благодаря подкормке фосфатами в концентрации 20 мкмоль (Sousa-Pinto et al., 1998), а у *G. pulchellum* наибольшее количество агара (38,6% от сух. м.) отмечено при температуре 20°C и освещенности 130–240 мкмоль м⁻² с⁻¹. Повышение интенсивности света в культуре вызывало увеличение содержания сульфатов в агаре до 7,7% и связанное с этим уменьшение прочности геля (Sousa-Pinto et al., 1999).

Таким образом, на грацилярии и других видах агароносных водорослей было показано, что содержание, химический состав и физико-химические свойства агара изменяются в течение года, что связано в основном с изменением скорости роста растений. Чем выше скорость роста, тем меньше агара накапливается в талломах в расчете на сухую массу (Калугина-Гутник и др., 1987; Лапшина и др., 1991, 1993). Агар быстрорастущих растений уступает по качеству агару медленнорастущих (Лапшина и др., 1993; Freile-Pelegrin et al., 1996; Sousa-Pinto et al., 1999; Murano, 1995; Kakita, Kamishima, 2006).

Агар используется во многих областях человеческой деятельности: около 90% агара потребляется в пищевой промышленности, остальное используется в сельском хозяйстве, медицине (как культуральная среда) и в других отраслях.

Агароиды содержатся практически во всех красных водорослях, как агарофитах, так и каррагинанофитах. Агароиды представляют собой полимеры, состоящие из связанных пар остатков моносахаридов, например агароид, выделенный из грацилярии, является полимером, состоящим из 3-связанной D-галактозы-4-сульфат и 4-связанной L-галактозы-2,3-дисульфат (D-galactose-4 sulphate и 4-linked L-galactose-2,3-disulphate). В построении агароидов может также участвовать 3,6-ангидро-L-галактоза (Murano, 1995). Агароиды обладают слабыми желирующими свойствами.

Каррагинаны. Эти сульфатированные полисахариды найдены у видов из семейств Gigartnaceae, Solieriaceae, Hypneaceae, Phyllophoraceae, Petrocelidaceae, Caulacanthaceae,

Cystocloniaceae (Craigie, 1990), Rhabdoniaceae, Rhodophyllidaceae (Deslandes et al., 1985), Furcellariaceae, Tichocarpaceae (Usov, Arkhipova, 1981) и Dicranemataceae (Liao et al., 1993). Особенно богаты каррагинанами представители таких родов, как *Ahnfeltiopsis*, *Betaphycus*, *Callophyllis*, *Chondracanthus*, *Chondrus*, *Eucheuma*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Kappaphycus*, *Mastocarpus* (Усов, 2001). В основе молекулярной структуры этих линейных полисахаридов лежат D-галактоза и ее производные, остатки которых соединены регулярно чередующимися $\beta 1 \rightarrow 4$ и $\alpha 1 \rightarrow 3$ связями. Разнообразие каррагинанов обусловлено тем, что 4-О-замещенный остаток может быть или галактозой, или ее 3,6-ангидрид производным. Каррагинаны различаются также частотой сульфатирования гидроксильных групп.

Природные каррагинаны редко соответствуют таким регулярным структурам, чаще всего они содержат повторяющиеся звенья нескольких типов, что объясняется многоступенчатым биосинтезом полисахаридов в клеточной стенке водоросли (Yermak, Khotimchenko, 2003). Биосинтез каррагинана и его структура, в свою очередь, зависят от множества факторов, определяемых условиями произрастания водоросли, ее видовой принадлежностью и стадиями развития (Yermak, Khotimchenko, 2003). В каждом виде каррагинанов может присутствовать несколько типов каррагинанов. Состав и количество экстрагируемого каррагинана также зависят от места произрастания водоросли, сезона и фазы её жизненного цикла (Yermak, Khotimchenko, 2003; Барабанова и др., 2005). В соответствии со структурными особенностями повторяющихся звеньев выделяют 6 главных типов каррагинанов, имеющих различные физико-химические свойства: каппа(κ)-, лямбда(λ)-, йота (ι)-, мю(μ)-, ипсилон(υ)- и тета(θ)- каррагинаны (Yermak, Khotimchenko, 2003). Наиболее часто встречаются три формы каррагинана: κ , ι и λ (рис. 23, Г, Д, Е).

Каппа-каррагинан содержит одну сульфатную группу в положении 4 в молекуле повторяющегося дисахаридного звена (рис. 23, Г), растворяется в воде при температуре 80 °С и образует гель в присутствии катионов калия; йота-каррагинан с двумя сульфгидридными группами (в обоих углеводных остатках повторяющегося звена) растворяется при температуре 30–40 °С, способен к гелеобразованию в присутствии катионов кальция (рис. 23, Д); и лямбда-каррагинан содержит три сульфатированных группы, растворяется в воде при комнатной температуре, являясь наиболее гидрофильным и не образующим гель полисахаридом (рис. 23, Е). Образование гелей каррагинанами имеет место только при спиралевидной форме их молекул, что возможно при наличии в повторяющейся структуре полисахарида галактозного остатка с α -С-4-связью. Все образующие гель каррагинаны содержат 3,6-ангидромоет (связь) на галактозных остатках от α -С-1 к α -С-4 положению, обеспечивая таким образом спиралевидную форму молекулы. В водорослях могут присутствовать сразу несколько форм каррагинанов, а также могут образовываться их гибридные формы (Yermak, Khotimchenko, 2003).

У *Chondrus crispus* и *Mastocarpus stellatus* из Ирландии содержание каррагинана колебалось от 20 до 60% сух. м. (Tasende et al., 2007). *Eucheuma isiforme* из Никарагуа содержала 57,2% нативного каррагинана, который формировал очень слабый гель прочностью <50 г/см² (Freile-Pelegrin, Robledo, 2007). *Hypnea* sp. из Бангладеш содержала каррагинан $47 \pm 2,9\%$ сух. м. (Zafar et al., 2007). У пяти видов *Gigartina* из Австралии (Parsons, 1977) общее содержание каррагинанов колебалось в пределах от 38 до 92% сух. м. Гаметофит и спорофит по содержанию каррагинанов достоверно не различались. Не было отмечено и достоверных различий в содержании каррагинана у водорослей, обитающих в различных районах Австралии. Виды отличались по композиции разных форм полисахарида. Так, гаметофиты *Gigartina clavifera*, *G. angulata*, *Sarcothalia decipiens* [= *Gigartina decipiens*] содержали в среднем около 70% κ -каррагинана, а гаметофиты *Sarcothalia atropurpurea* [= *Gigartina atropurpurea*], обитающие в тех же районах, — только 20% сух. м. этого полисахарида. Особенно большая разница в составе каррагинанов была обнаружена среди гаметофитных и спорофитных растений. Если спорофитные растения содержали в основном λ -каррагинан (80–90% сух. м.), то гаметофитные — κ -каррагинан, за исключением *Psilophycus alveatus* [= *Gigartina alveata*] и *Iridaea tuberculosa* [= *Gigartina tuberculosa*]. *Eucheuma denticulatum* с Мадагаскара (Rasoamazava, 1996) содержала от 50 до 55% от сух. м. ι -каррагинана, а *Kappaphycus striatus* [= *E. striatum*] — от

42 до 51% к-каррагинана. Сезонных колебаний в содержании полисахаридов выявлено не было. Сравнение стерильных и репродуктивных (наличие цистокарпов) талломов *Tichocarpus crinitus* показало, что карпоспорофиты накапливали каррагинанов в 1,8 раз больше, чем вегетативные талломы, причем каррагинаны репродуктивных талломов содержали значительно больше желирующих полисахаридов (Барабанова и др., 2005). Несколько иная картина наблюдалась при сравнении вегетативных и репродуктивных растений *Chondrus pinnulatus* из Японского моря (Yermak et al., 2007). Здесь карпоспорофиты накапливали каррагинана в два раза больше, чем стерильные растения, причем в карпоспорофитах основным полисахаридом был к-каррагинан (80%), а в стерильных растениях к- и λ-каррагинаны содержались примерно в равных количествах. Каррагинаны из талломов, содержащих репродуктивные органы, имели высокожелирующие свойства.

Содержание к-каррагинана у *Hypnea musciformis* из Танзании в разные месяцы года колебалось от $20,56 \pm 1,4\%$ сух. м. (в ноябре) до $35,63 \pm 0,7\%$ (в октябре), а прочность геля была от $77,78 \pm 3,1$ г/см² (в ноябре) до $243,06 \pm 1,3$ г/см² (в июле) (Mtolera, Buriyo, 2004). Содержание каррагинана у *Eucheuma isiforme* из Мексики (Юкатан) изменялось в сезоне: наибольшее содержание полисахаридов отмечено в начале холодного сезона года, при повышенном содержании питательных веществ и пониженной солнечной радиации; содержание каррагинана и других углеводов снижалось в период интенсивного роста в конце холодного сезона. *Gigartina pistillata* из Марокко накапливала наибольшее количество каррагинана (κ и λ формы) в июле–августе, наибольшее содержание 3,6-ангидрогалактозы было в феврале, а наименьшее – в июне (Amimi et al., 2007).

Tichocarpus crinitus из Японского моря (стерильные талломы) содержал наибольшее количество каррагинанов (в основном в гибридной форме) в августе (35,5% сух. м.) и наименьшее (11% сух. м.) в октябре, его содержание позитивно коррелирует со скоростью роста и негативно – с освещенностью. В затенении главным образом накапливался λ-каррагинан, не образующий геля (Yakovleva et al., 2001). В то же время не было выявлено существенной разницы в химической структуре каррагинанов в талломах *Tichocarpus crinitus* (вегетативная форма), взятых из различных загрязненных мест залива Петра Великого (Японское море), водоросли содержали гибридную форму κ/λ каррагинана. Содержание полисахаридов положительно коррелировало со степенью загрязнения воды тяжелыми металлами (Барабанова и др., 2010).

В культуре содержание каррагинана в талломах *Kappaphycus alvarezii* увеличивалось со временем, как и прочность его геля (Hayashi et al., 2007). Красные водоросли накапливали каррагинан при внесении в среду аммония (Rui et al., 1990). При культивировании *Eucheuma uncinatum* в Калифорнийском заливе (Мексика) было установлено, что наибольшее количество (до 48% сух. м.) каррагинана накапливалось в летние месяцы. Максимальный уровень 3,6-ангидрогалактозы в полисахариде в зимние и летние месяцы был 23,9% и 18% соответственно (Zertuche-González et al., 1987).

Каррагинаны широко используются в пищевой промышленности. Имея свойства загустителей, стабилизирующих и гелеобразующих компонентов, они влияют на свойства материалов, с которыми смешиваются, и применяются в производстве хлебобулочных изделий, молочных продуктов, различного рода напитков, в консервировании мяса и рыбы, а также как диетическая добавка. Каррагинаны, также как и агар, не перевариваются в ЖКТ человека.

Органогалогеновые, фенольные и полифенольные соединения

Всего в природе найдено более 3500 органогалогеновых соединений, из них органохлоринов – более 2000, органобромов – более 1700, органоюдинов – около 100 и органофлюоринов – около 30. Эти соединения в большинстве своем проявляют биологическую активность: антигельминтную, антимикробную и противовирусную (Erickson, 1983; Gribble, Gilchirst, 1999).

Красные водоросли накапливают некоторые из органогалогеновых соединений в значительных количествах (Lescout, 1999). Так, виды рода *Laurencia* богаты галогенированными терпеноидами и особенно сесквитерпеноидами. В настоящее время из разных видов лоран-

сии выделены сесквитерпеноиды: рогиоленин А и В (rogiolenyne) и обтузенол (obtusenol) – из *Laurencia obtusa* (Aydoğmus et al., 2004); 2,10-дибром-3-хлор-альфа-хамигрин (2,10-dibromo-3-chloro-alpha-chamigrene), 2,10-дибром-3-хлор-9-гидрокси-альфа-хамигрин (2,10-dibromo-3-chloro-9-hydroxy-alpha-chamigrene), препацифенол эпоксид (prepacifenol epoxide), джонстонол (johnstonol), пацифенол (pacifenol) – из *L. composita*; С-саб (15) ацетогенин (C sub (15) aceto-genin), окамураллен (okamurallene), (Z)-10,15-дибром-9-гидрокси-хамигра-1,3 (15), ((Z)-10,15-dibromo-9-hydroxy-chamigra-1,3 (15)), 7(14)-триен (7(14)-triene), 10-бром-7-гидроксилаурин (10-bromo-7-hydroxylaurene), 10,11-дибром-7-гидроксилаурин (10,11-dibromo-7-hydroxylaurene) – из *L. majuscula*; кьупалауринол (cupalaurenol), циклолауринол (cyclolaurenol) – из *L. venusta* (Masuda et al., 2002); (1S*, 2S*, 4S*, 5S*, 6S*, 8R*)-4-hydroxy-2,5,6-trimethyl-11-methylenetricyclo [6.2.1.0 super (1.6)] undecan-3-one (1,4-hydroxy-1,8-epi-iso-tenezone, (3R*, 4R*, 4aR*, 9R*)-3,9-dihydroxy-1,4,4a,7-tetramethyl-3,4,4a,5,8,9-hexahydro-2H-benzo [a] cyclohepten-2-one (9-hydroxy-3-epi-perforenone A, 2), 3-эпи-перфоренон А (3-epi-perforenone A) – из *Palisada perforata* [= *L. perforata*] (Wright et al., 2003); бета-бизаболен сесквитерпеноиды (1-3), триквинон алкоголь сесквитерпены (6 и 7) – из *Laurencia filiformis* [= *L. scoparia*] (Davyt et al., 2006); паннозанол, паннозан (pannosane) – из *L. pannosa* (Suzuki et al., 2001); калензанол – из *L. microcladia* (Guella et al., 2001; Guella, Pietra, 2004); дитерпен 3-бромбарексид (diterpen 3-bromobarekoxide) – из *L. japonensis* (Kuniyoshi et al., 2000).

Кроме сесквитерпеноидов из *Laurencia viridis* были выделены бромидные производные три-терпенов (Manriquez et al., 2000) В *Delisea pulchra* был обнаружен галогенированный фуранон (Rogers et al., 2000), а в *Plocamium hamatum* найдены 11 галогенированных монотерпенов (Kunig et al., 1999). Из *Laurencia nipponica* (Японское море) были выделены и изучены два новых бромидных дитерпена – 15-бромпаргьер-9(11)-ене-16-ол и 15-бромпаргьер-7-ене-16-ол (Lyakhova et al., 2004). Многие из фенольных веществ, являясь ядовитыми для животных, защищают растения от поедания (например, в *Odonthalia corymbifera*) (Kurata et al., 1997).

Из красной морской водоросли *Neosiphonia sphaerocarpa* [= *Polysiphonia sphaerocarpa*] были выделены: 2,4-диброманизол (2,4-dibromoanisole), 2,4,6-триброманизол (2,4,6-tribromoanisole), 3-бромкрезол (3-bromocresol), 3,5-дибромкрезол (3,5-dibromocresol), 3-бром-4-гидроксибензалдегид (3-bromo-4-hydroxybenzaldehyde), 3,5-дибром-4-гидроксибензалдегид (3,5-dibromo-4-hydroxybenzaldehyde), 2-бромфенол (2-bromophenol), 4-бромфенол (4-bromophenol), 2,4-дибромфенол (2,4-dibromophenol), 2,6-дибромфенол (2,6-dibromophenol), 2,4,6-трибромфенол (2,4,6-tribromophenol) (Flodin, Whitfield, 2000). Бромфенолы были выделены из красной водоросли *Odonthalia corymbifera*: 3,3',5,5'-тетрабром-2,2',4,4'-тетрагидроксибифенилметан (3,3',5,5'-tetrabromo-2,2',4,4'-tetrahydroxydiphenylmethane) и 2,2',3,3'-тетрабром-4,4',5,5'-тетрагидроксибифенилметан (2,2',3,3'-tetrabromo-4,4',5,5'-tetrahydroxydiphenylmethane) (Oh et al., 2008).

Бромфенольные соединения, выделенные из красных водорослей, имели антиопухолевый эффект, а также понижали уровень глюкозы в крови (Kurihara, 2007). Два галогенированных компонента элатол и изо-обтузол, выделенные из *Laurencia majuscula*, ингибировали рост колоний *Staphylococcus epidermis*, *Klebsiella pneumonia* и *Salmonella* sp. Их антибиотическое действие было эквивалентно коммерческим антибиотикам (Vairappan, 2003).

Жиры и жирные кислоты

Содержание жиров у красных водорослей с Гавайских островов примерно в 2 раза меньше, чем у зеленых и бурых водорослей из этих же мест, и в среднем составляет от 1,5 до 3,5% (McDermid, Stuercke, 2003). В красных водорослях Японского моря содержание жиров колеблется от 0,3–3,8% у *Palmaria palmata* до 1,5–2,6% на сух. массу у *Gracilaria* spp. (Дембицкий и др., 1990; Хотимченко, 2003).

Красные водоросли содержат все классы липидов, свойственных растениям: гликолипиды, фосфолипиды и нейтральные липиды. Жирнокислотный состав липидов различных водорослей примерно одинаков, в то же время отдельные виды отличаются количественным соотношением

жирных кислот (ЖК). В липидах красных водорослей обязательно присутствуют миристиновая, пальмитиновая и стеариновая насыщенные ЖК, среди которых преобладает последняя. В красных водорослях, по сравнению с другими, особенно велико содержание полиненасыщенных ЖК, таких как эйкозапентаеновая и арахидоновая, предшественников простагландинов, лейкотриенов и других эйкозаноидов. Так, в слоевищах *Palmaria stenogona* (Японское море) содержание эйкозапентаеновой кислоты составляло более 70% от общего количества ЖК, а в *Gracilaria vermiculophylla* [= *Gracilaria verrucosa*] – более чем 50% арахидоновой кислоты (Khotimchenko, Gusarova, 2004). Некоторые красные водоросли в значительном количестве содержат простагландины, например, у *Gracilaria vermiculophylla* из Японского моря их обнаружено более 2500 мкг/г сыр. м. (Imbs et al., 2001).

В красных водорослях в значительных количествах найдены некоторые редкие полярные липиды – инозитолфосфорилцерамиды (inositolphosphorylceramide), являющиеся биологически активными веществами (Хотимченко, 1985, 2003; Sánchez-Machado et al., 2004; Khotimchenko, Vas'kovskii, 2004).

Содержание отдельных классов липидов и ЖК непостоянно в процессе онтогенеза. Так, в проростках *Gracilaria vermiculophylla* (прикрепленная форма) из Японского моря фосфолипиды (преимущественно фосфатидил холин) были основной группой липидов. Гликолипиды доминировали в молодых талломах тетраспорофитов и во взрослых гаметофитах. Содержание запасных липидов (триацилглицеролов) было в 2–3 раза выше в проростках и молодых талломах по сравнению с взрослыми особями (Хотимченко, 2003).

У *Tichocarpus crinitus* композиция отдельных классов липидов и ЖК зависела от световых условий обитания растений. Слабый свет (8–10% фотосинтетически активной радиации, падающей на воду, ФАР_п) индуцировал накопление структурных липидов, таких как сульфоквиновозилдиацилглицерол (sulfoquinovosyldiacylglycerol), фосфатидилглицерол (phosphatidylglycerol) и фосфатидилхолин (phosphatidilcholine). На ярком свете (70–80% ФАР_п) накапливались запасные липиды – триацилглицеролы. Содержание большинства ненасыщенных ЖК было выше на слабом свете, чем на сильном (Khotimchenko, Yakovleva, 2005).

Из-за незначительного содержания жиры красных водорослей не представляют особой пищевой ценности. В то же время важными для здоровья человека являются полиненасыщенные ЖК – эйкозапентаеновая и арахидоновая, а также их производные – простагландины, находящиеся в водорослях.

Стерины

Стерины, или стероидные спирты, являются подгруппой стероидов с гидроксильной группой в 3-позиции А-кольца. Растительные стерины называются фитостеринами. Фитостерины могут блокировать абсорбцию холестерина и снижать его количество в крови.

Подобно холестерину, растительные стерины являются амфифильными и входят в состав всех мембран, особенно плазматических, наружных митохондриальных и мембран эндоплазматической сети. У многих красных водорослей основным фитостерином является холестерин, хотя другие виды содержат больше десмостерина (desmosterol), редко – 22-дегидрохолестерина (22-dehydrocholesterol), и только некоторые – следы С-28 и С-29 стерина (Goad, Goodwin, 1972).

Содержание стерина у многих видов красных водорослей из дальневосточных морей России составляло 0,01–0,05%, среди них преобладал холестерин, а также значительным было содержание десмостерина и 22-дегидростерина. У подавляющего большинства видов водорослей преобладал холестерин, а у некоторых видов, например у родимении, в равных количествах присутствовали холестерин и десмостерин, в порфире превалировал десмостерин, а у хипнеи – 22-дегидростерин. У гелидиевых было обнаружено от 5 до 12 индивидуальных стерина, а также значительным было содержание С₂₆–С₂₉ стерина. У гигартиновых водорослей состав стерина был достаточно беден (Кизеветтер и др., 1981; Хотимченко, 2003).

Витамины

Красные водоросли содержат большинство витаминов, необходимых человеку, но особенно богаты (по сравнению с зелеными и бурыми водорослями) витаминами группы В. Так, в дальневосточных видах гелидиума, грацилярии и порфиры было найдено 0,05–0,46 мг % сух. м. витамина В₁, 0,08 мг % витамина В₃, 1,0 мг % витамина В₆, 0,029 мг % витамина В₁₂ (Кизеветтер и др., 1981). У *Porphyra tenera* из Японии содержание витамина В₁ составляло 0,12–0,25 мг %, витамина В₂ – 0,89–1,24 мг %, витамина В₃ – 2,6–10,0 мг %, витамина В₆ – 1,04 мг %, витамина В₉ – 0,088 мг %, витамина В₁₂ – 0,013–0,29 мг % сух. м. (Arasaki, Arasaki, 1983).

Пигменты

Красные водоросли содержат следующие фотосинтетические пигменты: хлорофилл а, фикобилины (фикоэритрин, фикоцианин и аллофикоцианин), β-каротин, ксантофиллы (лютеин, энтероксантин, неоксантин, микоксантофил). Пигменты красных водорослей полезны человеку в питании, они используются в медицине и как стойкие пищевые красители. В последнем случае особенно ценится фикоэритрин (красный пигмент), которого нет ни в высших растениях, ни в бурых и зеленых водорослях. Содержание основных пигментов в красных водорослях дальневосточных морей России приведено в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1. Содержание фотосинтетических пигментов (в мкг/г сыр. м.) в красных водорослях Японского моря

Вид водоросли	Хлорофилл а	Всего каротиноидов	Каротины	Лютеин+зеаксантин	Фикоэритрин
<i>Pachyarthron cretaceum</i>	100–140	20–22	10–13	4–9	380–1140
<i>Lithothamnion phymatodeum</i>	40–90	15–22	9–15	4–5	430–480
<i>Grateloupia turuturu</i>	50–420	22–85	6–40	14–40	100–2060
<i>Porphyra yezoensis</i>	290–510	110–140	33–51	47–75	620–2390
<i>Chondria dasyphylla</i>	90–120	29–36	11–13	8–9	240–620
<i>Corallina pilulifera</i>	160–350	40–72	16–32	6–7	380–1100
<i>Mastocarpus pacificus</i>	150–370	47–130	16–42	23–78	190–430
<i>Neosiphonia japonica</i>	340–440	81–110	32–47	38–51	380–3590
<i>Ptilota filicina</i>	360–540	71–124	31–40	34–41	2870–4120
<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i>	260–690	79–178	27–70	31–91	1700–2780
<i>Sparlingia pertusa</i>	200	41	16	20	1480
<i>Pterothamnion yezoense</i>	670	161	53	61	5360

Водоросли значительно разнятся по содержанию пигментов в расчете на сырую массу, что больше связано не с концентрацией пигментов в хлоропластах, а с содержанием воды в талломах водорослей. Основным фактором, влияющим на концентрацию пигментов в хлоропластах, является свет. Так, при сравнении содержания пигментов в слоевищах *Grateloupia turuturu* (из Японского моря), выросших на ярком (90% ФАР_п) и слабом (5% ФАР_п) свете, содержание хлорофилла на слабом свете было в 8 раз больше, чем на сильном, каротиноидов – в 5 раз, каротинов – в 8 раз, ксантофиллов – в 5 раз и фикоэритрина – в 45 раз больше (Титлянов, 1983).

2.1.2. БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ (Heterokontophyta)

Бурый цвет морских макрофитов из отдела Heterokontophyta определяют пигменты, содержащиеся в хлоропластах: желтые и оранжевые каротиноиды, зеленый хлорофилл а и зеленовато-коричневые хлорофиллы с₁ и с₂. Основными отличительными от других макрофитов хемотак-

сономическими признаками бурых водорослей являются: наличие хлорофиллов c_1 и c_2 , а также ксантофилла фукоксантина; построение клеточных стенок из целлюлозы и альгиновой кислоты; накопление ламинарана и маннитола как основных запасных продуктов.

Для человека бурые водоросли особенно ценны как малокалорийная и здоровая пища, а также как единственный источник получения важнейших природных продуктов – альгинатов. Бурые водоросли и продукты из них широко используются во многих отраслях, особенно в медицине, пищевой промышленности и в сельском хозяйстве (Levring et al., 1969; Chapman, Chapman, 1980; McConnaughey, 1985; Itoh et al., 1993; Kaufmann et al., 1998; Crouch, Van Staden, 1999; Hudson et al., 1999; Pulz, 2000; Heo et al., 2004, 2008; Lee et al., 2004b; Matsuda et al., 2005; Kato et al., 2007; Patra et al., 2008).

Белки и свободные аминокислоты

Содержание всех азотистых соединений в бурых водорослях дальневосточных морей России колеблется в широких интервалах – от 3,6 до 17,0% сух. м. В пределах одного района (например, Сахалино-Курильского) водоросли могут значительно различаться по количеству общего белка: от 4,2% в *Costaria costata* до 16,2% сух. м. в *Agarum clathratum* [= *Agarum cribrosum*] (Суховеева, Подкорытова, 2006).

В бурых водорослях Японии (*Endarachne binghamiae*, *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*], *Analipus japonicus*, *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*]) содержание азота в белках колеблется от 11 до 23% сух. м. Содержание общего белка в бурых водорослях Гавайских островов составляет от 6 до 13% сух. м., уменьшается во время интенсивного роста и увеличивается в период образования репродуктивных органов (McDermid, Stuercke, 2003).

Белки *S. japonica* [= *L. japonica*], *S. angustata* [= *L. angustata*] и *S. kurilensis* [= *Cymathae japonica*] состоят из 17 аминокислот (8 из них являются незаменимыми аминокислотами). В гидролизатах ламинариевых водорослей количественно преобладали следующие аминокислоты: глутаминовая (1,4–4,3% сух. м.), аспарагиновая (1,0–1,5%) и треонин (Суховеева, Подкорытова, 2006). Белки бурых водорослей более чем на 90% перевариваются в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) человека (Aguilera-Morales et al., 2005). (Perez-Lorenzo et al., 1998; Nomura et al., 2000; Chernikov et al., 2007). Лектины бурых водорослей проявляют антибиотическую активность (Liao et al., 2003).

В бурых водорослях найдено 23 свободных аминокислоты: аланин, аллоизолейцин, аргинин, аспарагиновая кислота, хондрин, цистеиновая кислота, D-цистеиноливая кислота, глутаминовая кислота, глицин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, орнитин, фенилаланин, пролин, серин, таурин, треонин, триптофан, тирозин, валин. В наибольшем количестве накапливаются такие аминокислоты, как аланин, глутаминовая кислота, глицин, пролин, треонин; из незаменимых аминокислот в наибольшем количестве встречается лизин (Arasaki, Arasaki, 1983). Отличительной чертой аминокислотного состава бурых водорослей является присутствие йодоаминокислот – это моно- и дийодтирозин (Boney, 1966). Содержание отдельных свободных аминокислот в бурых водорослях прежде всего зависит от видовой принадлежности. Так, если *Undaria pinnatifida* содержит 34,6 мг лизина на 100 г сух. м. (мг%), то *Sargassum confusum* содержит 27,5 мг% аспарагиновой кислоты и не содержит лизина, а *U. pinnatifida* содержит только 5,4 мг % аспарагиновой кислоты (Arasaki, Arasaki, 1983).

Углеводы

Бурые водоросли богаты, их общее содержание, например в водорослях дальневосточных морей России, может достигать 74% сух. м. (Суховеева, Подкорытова, 2006). Углеводы можно разделить на 4 группы в зависимости от химической структуры и функционального значения: растворимые сахара цитоплазмы и вакуолей, запасные полисахариды, нерастворимые структурные

полисахариды и растворимые структурные полисахариды клеточных стенок. Растворимые моно-, ди- и олигосахара, а также запасные полисахариды имеют пищевую ценность, т.е. перевариваются в ЖКТ человека (Nakajima et al., 2002); нерастворимые структурные полисахариды являются растительными волокнами (используются в пищевых добавках); полисахариды клеточных стенок не имеют пищевой ценности (не перевариваются в ЖКТ человека), но широко используются в промышленности как желирующие вещества и загустители.

Низкомолекулярные сахара

Состав растворимых моно- и олигосахаров бурых водорослей мало отличается от такового высших растений, а также зеленых и красных водорослей, в которых обнаружены глюкоза, фруктоза, сахароза, манноза и другие промежуточные и конечные продукты фотосинтеза.

Запасные углеводы

К запасным углеводам бурых водорослей относят конечные продукты фотосинтетического метаболизма – полисахарид ламинаран (β -1,3 glucan), представляющий собой полимер D-глюкозы, и многоатомный спирт маннит [1,2,3,4,5,6-hexol ($C_6H_8(OH)_6$)] (Craigie, 1974; Arasaki, Arasaki, 1983; Schaffelke, 1995)

Ламинаран, выделенный из бурой водоросли *Chorda filum*, содержал 1-гликозилированный и 1,6- β -гликозилированный остатки D-маннита (показано методами метилирования и ферментативного разложения). Последний структурный элемент был найден в ламинаранах впервые. Структурное исследование ламинаранов из 6 других бурых водорослей показало, что полисахариды состоят в основном из (1 \rightarrow 3)-связанных β -D-гликопиранозных остатков с небольшим числом гликозидных связей в цепях. Остатки маннита не были определены в ламинаранах из двух видов *Cystoseira* (Usov, Chizhov, 1993). Был изучен ламинаран бурой водоросли *Eisenia bicyclis*, принадлежащей к семейству Laminariaceae. Средняя степень полимеризации ламинарана из этой водоросли равнялась 22, он отличался линейной структурой и состоял из β -1,6- и β -1,3-связанных глюкозных остатков и не содержал маннита (Maeda, Nisizawa, 1968). Ламинаран накапливается как в хлоропластах, так и в цитоплазме фотосинтезирующих клеток, в хлоропластах ламинаран может образовывать, подобно крахмалу, обкладку пиреноидов или пластоглобулы, которые лежат в строме хлоропласта (Bisalputra, Bisalputra, 1969; Камнев, 1989). Ламинаран переваривается кишечными бактериями (*Clostridium butyricum*) в ЖКТ человека (Nakajima et al., 2002).

Содержание ламинарана у водорослей может достигать 30% сух. м., у сублиторальных водорослей Японии оно колеблется между 2 и 10% на сух. массу (Boney, 1966; Arasaki, Arasaki, 1983). Количество запасных углеводов зависит не только от вида водоросли, но и от условий ее обитания, особенно световых, а также от стадии развития растения (Lüning, 1990) и значительно изменяется в зависимости от сезона (Gagne et al., 1982; Schaffelke, 1995; Gevaert et al., 2001). Запасные углеводы у ламинарий накапливаются в летние месяцы, зимой и весной их содержание падает (Gagne et al., 1982; Lüning, 1990; Gevaert et al., 2001).

Маннит образуется, как и глюкоза, уже в первые минуты фотосинтеза, являясь конечным продуктом этого процесса, однако он не запасается внутри хлоропласта, а транспортируется в цитоплазму и далее от клетки к клетке, являясь основным транспортным продуктом бурых водорослей, снабжающим энергией окислительно-восстановительные процессы. Так, у ламинарии маннит переносится по клеткам, имеющим структуру, близкую к ситовидным трубкам высших растений, в зону интеркалярной меристемы. У *Chorda filum* маннит переносится из верхней в нижнюю часть таллома, у *Sargassum pallidum* – из филлоидов в точки роста (Титлянов, Пешеходько, 1973). Содержание маннита в бурых водорослях дальневосточных морей колеблется от $4,7 \pm 1,1\%$ у *Saccharina angustata* [= *Laminaria angustata*] до $17,9 \pm 2,3\%$ сух. м. у *S. japonica* [= *L. japonica*]; у во-

дорослей Курильских островов – от 6,7% у *S. angustata* до 4,7% сух. м. у *Saccharina bongardiana* [= *Laminaria bongardiana*] (Усов, Клочкова, 1994; Суховеева, Подкорытова, 2006).

Полисахариды клеточных стенок

Структура клеточных стенок бурых водорослей образована главным образом волокнами целлюлозы, имеющей несколько другое строение, чем целлюлоза высших растений или зеленых водорослей, в ее цепь кроме глюкозы включены другие моносахара (Boney, 1966). Основными растворимыми полисахаридами клеточных стенок и межклетников бурых водорослей являются альгиновая кислота и фукоидан.

Альгиновая кислота присутствует в растениях в виде альгинатов – солей металлов, преимущественно кальция, магния, натрия, калия. По молекулярной структуре альгиновая кислота является гетерополисахаридом, построенным из двух уроновых кислот – β -D-маннуровой и L-гулуриновой, связанных 1-4-связями (рис. 24, А). Структура альгиновой кислоты близка к пектину высших наземных растений, который является полимером D-галактуриновой кислоты (Кротович, 1971). Альгиновая кислота – сильно обводненный, бесцветный, структурированный гель. Она способна связывать более чем пятидесятикратное количество воды. Сухие альгиновая кислота и альгинаты двухвалентных металлов не растворяются ни в одном из известных растворителей, принимая воду, они набухают, образуя гель (исключение составляет альгинат магния, который растворяется в воде).

Полностью замещенные альгинаты одновалентных металлов хорошо растворяются в воде, образуя вязкие и клейкие растворы. При сушке эти растворы образуют эластичные пленки.

Содержание альгиновой кислоты в слоевищах зависит от вида водоросли и в среднем колеблется от 20 до 30% сух. м. Количество альгиновой кислоты у *S. japonica* [= *L. japonica*], культивируемой на юге Дальнего Востока России (на второй год культивирования), составляло около 30%

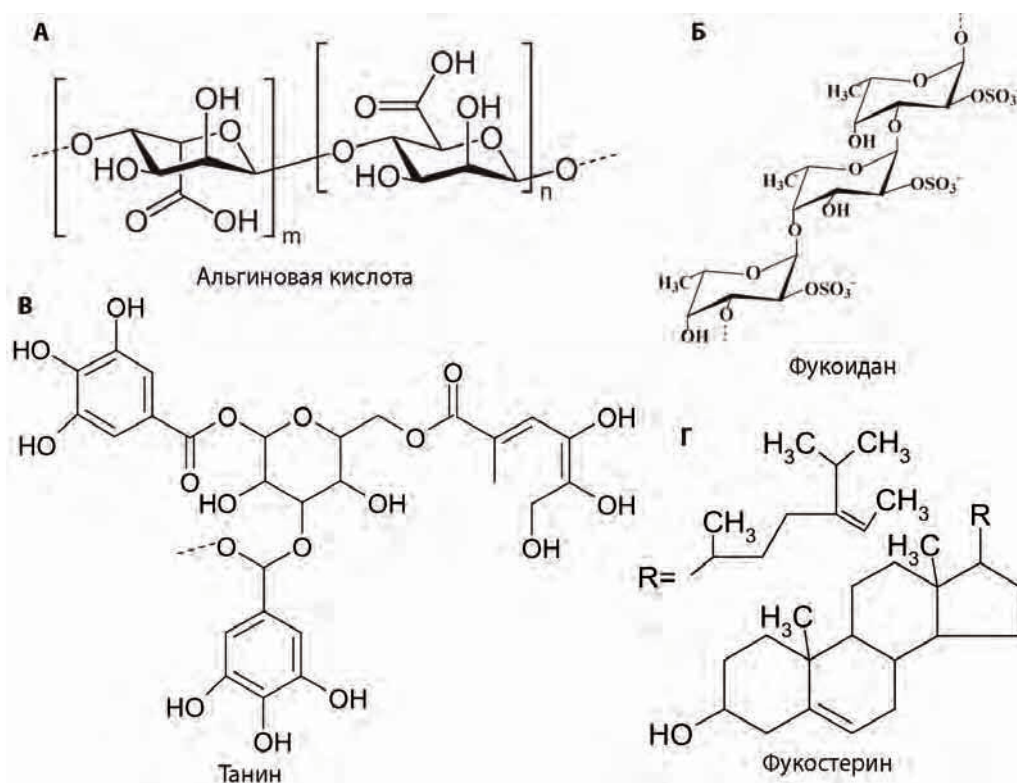


Рис. 24. Полезные вещества из бурых водорослей

от сух. м. (Суховеева, Подкорытова, 2006). Тропическая водоросль *Turbinaria ornata*, обитающая на коралловых рифах Таити, содержала в среднем альгиновой кислоты $19,2 \pm 1,3\%$ на сух. м. (Zubia et al., 2008).

Сезонные колебания содержания альгинатов могут составлять более 10%. Так, наибольшее количество альгиновой кислоты у *Laminaria hyperborea*, растущей у берегов Северной Норвегии, было выявлено в январе, а наименьшее – в сентябре (Lüning, 1990). У тропического вида *Sargassum polycystum* из Индии наибольшее содержание альгиновой кислоты было отмечено в феврале (Saraswathi et al., 2003). Сезонные колебания содержания альгината в *Sargassum muticum*, растущего вдоль побережья Англии, были незначительные (Gorham, Lewey, 2004).

Не только содержание, но и физико-химические свойства и даже химическое строение альгиновой кислоты и альгинатов зависят от видовой принадлежности растений, стадии их жизненного цикла и времени года. Так, у 17 видов водорослей дальневосточных морей России выход альгината колебался от $3,0 \pm 1,0\%$ у *Agarum clathratum* [= *Agarum cribrosum*] до $27,0 \pm 2,2\%$ сух. м. у *Costaria costata*; содержание золы в альгинатах колебалось от $21,4 \pm 1,8\%$ у *Alaria marginata* до $25,7 \pm 1,3\%$ сух. м. у *Sacharina japonica*; вязкость 0,2%-го водного раствора (измеренная в Паскалях $\times 10^{-3}$) была от $7,6 \pm 1,8$ у *A. marginata* до $24,7 \pm 1,3$ у *Sacharina angustata* [= *Laminaria angustata*]; молекулярная масса, измеренная в килодальтонах (кДа) – от 125 ± 40 у *A. marginata* до 444 ± 90 у *S. angustata* (Суховеева, Подкорытова, 2006). На *Sargassum polycystum* из Индии была установлена корреляция между увеличением вязкости альгинатов и повышением содержания α -L-гулуруновой кислоты в структурных блоках (Saraswathi et al., 2003).

Небезынтересным является распределение альгинатов по растению. Так, на *S. japonica* установлено, что ее пластины содержат 62% D-маннуруновой и 38% α -гулуруновой кислоты, а ризоиды соответственно 35 и 65%. Таким образом, наибольшее количество α -гулуруновой кислоты, отвечающей за вязкость альгинатов, содержится в пластине, затем в ризоидах, а наименьшее – в черешках (Суховеева, Подкорытова, 2006). У *S. polycystum* альгината было больше всего в филлоидах, но альгинаты с наибольшей вязкостью были найдены в черешке (Saraswathi et al., 2003).

Альгиновая кислота и альгинаты не перевариваются в ЖКТ человека, т.е. они не имеют пищевой ценности. Человек использует следующие химические и физико-химические свойства альгинатов: 1) способность захватывать воду и образовывать структурированный гель; 2) способность молекулы полисахарида альгиновой кислоты и ее солей, имеющих длинные и прочные цепочки ковалентно соединенных уроновых кислот, растворяясь в воде, образовывать вязкие растворы, а при высыхании – тонкую и прочную пленку; 3) способность связывать тяжелые металлы и особенно радиоактивные элементы (Stephen, William, 2006).

Фукоиданы, также как и альгиновая кислота, являются растворимыми компонентами клеточных стенок бурых водорослей. Химическая структура фукоиданов достаточно сложна и разнообразна, но в основном в состав этих сульфатированных полисахаридов входят молекулы L-фукозы, сульфатные остатки и молекулы уроновой кислоты, а также небольшие количества галактозы, ксилозы, арабинозы и маннозы (рис. 24,Б). Химическая структура фукоиданов, их физико-химические свойства и содержание в клеточных стенках водорослей зависят от таксономической принадлежности, стадии жизненного цикла и условий произрастания водорослей. Фукоиданами богаты представители порядков Fucales и Laminariales, они найдены также у водорослей из порядков Chordariales, Dictyotales, Dictyosiphonales, Ectocarpales, Scytosiphonales (Bui et al., 2007).

Количество фукоидана в бурых водорослях может колебаться в большом диапазоне, значительно большем, чем количество альгиновой кислоты. Достаточно высокое содержание фукоидана найдено в водорослях порядка Fucales. Так, *Fucus vesiculosus* из Белого моря содержал от 13,4 до 16,5% фукоидана, а *Ascophyllum nodosum* – от 10,0 до 11,5% сух. м. (Репина и др., 2004). У дальневосточного вида *Fucus evanescens* содержание фукоидана варьирует от 7,7 до 13,6% от сух. м. Бурые водоросли Курильских островов содержат фукоидана от 1,0% у *Sacharina angustata* [= *Laminaria angustata*] до 4,7% сух. м. у *S. bongardiana* [= *L. bongardiana*]. Наиболее богатой фукоиданом, вероятно, является *Saundersella simplex* (Камчатский полуостров), которая содержит до 20,4% этого

вещества в расчете на сух. м. (Усов и др., 2001). В бурых водорослях Японии количество фукоидана варьирует от следовых количеств у *Agarum clathratum* [= *Agarum cribrosum*] до 14,6% у *Nemacystus decipiens* (Fujikawa, Nakashima, 1975). *Sargassum* из Китая содержал 3,9% фукоидана (Wang, Zhao, 1985), *Kjellmaniella* с Японских островов – 3,8% на сух. м. (Sakai et al., 2002). Фукоидан является одним из строительных материалов клеточной стенки, поэтому его содержание прежде всего зависит от анатомо-морфологических характеристик, а также от стадии развития растений и внешних условий. Так, три различные формы *Undaria pinnatifida*, культивируемые в Корее – южная форма (f. *typica*), северная форма (f. *distans*) и форма «Samreok» – значительно различались по содержанию фукоидана. Форма «Samreok» была в 1,8 и 3,5 раз богаче фукоиданом, чем северная и южная формы соответственно (Lee et al., 2006). Анализ фукоиданов из слоевищ *Saccharina cichorioides* [= *Laminaria cichorioides*] (Японское море), взятых в разные сезоны года, показал незначительные вариации, однако во взрослых слоевищах содержание этого продукта было наибольшим (около 10% сух. м.). *S. japonica* содержала в 2 раза меньше фукоидана, чем *S. cichorioides* (Zvyagintseva et al., 2003).

Химическое строение фукоидана также зависит от таксономического статуса растения. На девяти видах бурых водорослей из Японии было показано, что три вида из порядка Laminariales содержали фукоидан, построенный только из фукозы (рис. 24,Б). С другой стороны, фукоиданы представителей родов *Eisenia*, *Undaria*, *Alaria* и *Fucus* имели более сложную структуру и кроме фукозы содержали другие сахара (Fujikawa, Nakashima, 1975). Слоевища *Saccharina religiosa* [= *Laminaria religiosa*], *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*], *Sargassum fulvellum* и спорофиллы *U. pinnatifida* из Кореи имели в своем составе в основном (1-3)-связанную фукозу, однако в фукоидане из спорофиллов *U. pinnatifida* была найдена также (1-3)-связанная галактоза (Кoo, 1997). Фукоиданы южной и северной форм ундарии содержали фукозу и галактозу в соотношениях 83,5%: 16,5% и 87,4%: 12,6% соответственно. Фукоидан формы «Samreok» содержал фукозы 62,7%, галактозы 32,9% и глюкозы 4,4% (Lee et al., 2006). Фукоидан из взрослых слоевищ *S. cichorioides* содержал практически чистые высокосульфатированные α-L-фуканы. Фукоза была основным сахаром также в *Fucus evanescens* и *S. japonica*, в то же время фукоиданы *F. evanescens* были обогащены ксилозой, а *S. japonica* – галактозой (Zvyagintseva et al., 2003).

Фукоиданы, как и альгиновая кислота, не перевариваются ЖКТ человека и не имеют пищевой ценности, они не образуют структурированных гелей, вязких растворов или прочной пленки. Главным полезным свойством фукоиданов является высокое содержание (около 30% сух. м. фукоидана) сульфатированных групп, что обуславливает широкий спектр применения фукоиданов в медицине (Suzuki et al., 1980; Takahashi, 1983; Maruyama et al., 1987, 2007; Ellouali et al., 1993; Zhuang et al., 1995; Shibata et al., 1999; Ponce et al., 2003; Matsumoto et al., 2004; Li et al., 2006; El-Shora, Youssef, 2007).

Таннины и другие полифенольные соединения

Таннины (флоротаннины) (рис. 24,В) широко представлены во всем растительном царстве. Найдены они главным образом в вакуолях и в клеточных стенках растений. Находясь в этих изолированных участках клеток, таннины мало участвуют в общем метаболизме и только после разрушения клеток вступают в реакцию с веществами поврежденной ткани. В центре молекулы таннина находится углевод (обычно D-галактоза), гидроксильная группа которого частично или полностью этерифицирована фенольными соединениями, такими как галлиевая или элаговая кислоты. Таннины, гидролизованные слабой кислотой или слабым основанием, продуцируют углевод и фенольные кислоты.

Конденсированные таннины известны как проантоцианидины, являются полимерами, состоящими из 2–50 (иногда больше) флавоноидных остатков, соединенных С–С-связями, которые невосприимчивы к расщеплению гидролизом. Гидролизуемые таннины и большинство конденсированных таннинов являются в основном водорастворимыми веществами. Кроме таннинов в во-

дорослях встречаются другие полифенолы и фенольные соединения – это флавоноиды, гормоны, бромфенолы, микоспорины и др.

Содержание флоротаннинов в бурых водорослях может достигать 10% в расчете на сух. массу (Ragan, Glombitza, 1986; Van Alstyne, Paul, 1990; Schoenwaelder, Clayton, 1998; Nakai et al., 2006). Состав и содержание фенольных соединений были изучены в 14 видах морских бурых водорослей, собранных на литорали Канарских островов (Испания). Наибольшее содержание фенольных компонентов было найдено в *Cystoseira compressa* и *Sargassum furcatum* (Chkhikvishvili, Ramazanov, 2000). В 27 видах водорослей, собранных на коралловых рифах Венесуэлы, было отмечено присутствие таннинов. Бурая водоросль *Padina gymnospora* имела наибольшее содержание этих веществ (Perez-Lorenzo et al., 1998). Полифенольные соединения были найдены также в слоевищах *Turbinaria ornata* и *Sargassum pacificum* [= *Sargassum mangarevense*]. Взрослые растения продуцировали больше фенольных веществ, чем молодые. В *T. ornata* уровень фенолов был выше, чем в *S. mangarevense* (Stiger et al., 2004). Фенольные компоненты были выделены из экстрактов *Fucus vesiculosus*: флорглюцинол и серия тетрамерных, пентамерных и гексамерных производных флорглюцина (Ragan, Craigie, 1976).

Были определены сезонные вариации в содержании вкусовых компонентов у трех видов бурых водорослей (*Padina arborescens*, *Sargassum siliquastrum* и *Lobophora variegata*), собранных в водах Гонконга: 2-бромфенол, 4-бромфенол, 2,4-дибромфенол, 2,6-дибромфенол и 2,4,6-трибромфенол. Общее содержание бромфенолов различалось в зависимости от сезона, наибольшее содержание этих веществ в водорослях было найдено зимой. Содержание бромфенолов в *L. variegata* было наибольшим по сравнению с остальными видами (Chung et al., 2003). В экспериментально поврежденных слоевищах фукуса концентрация полифенольных компонентов увеличивалась на 20% в сравнении с неповрежденными растениями. Увеличение концентрации полифенолов в экспериментально поврежденных слоевищах хорошо коррелировало с уровнями этих соединений в растениях, поврежденных травоядными животными (Van Alstyne, 1988).

Фенольные соединения в бурых макроводорослях аккумулируются главным образом в специальных структурных образованиях – физоидах, формирующихся на периферии медуллярных клеток и в межклеточных пространствах (Ragan, 1976; Schoenwaelder, Clayton, 1998). Физоиды были обильны в вегетативных и репродуктивных клетках водорослей рода *Dictyota*. Реакция окрашивания показала, что они содержат фенольные или таннинподобные соединения (Evans, Holligan, 1972). Таннины и полифенольные соединения, найденные в водорослях, проявляют биологическую активность и используются как в народной, так и в современной официальной медицине (Sugiura et al., 2007). Они показывают антивирусный, антибактериальный, антипаразитарный и антираковый эффекты (Anggadiredja et al., 1997; Shibata, 2008).

Жиры и жирные кислоты

В бурых водорослях, также как в красных и зеленых, общее содержание сырых жиров невелико и составляет, например у саргассумов Гавайских островов, около 3% сух. м. (McDermid, Stuercke, 2003); у водорослей из Атлантики содержание жира у *Alaria esculenta* не превышало 2%, у *Saccharina latissima* [= *Laminaria saccharina*] составляло 0,5%, у *Ascophyllum nodosum* колебалось между 2 и 7% и у *Laminaria digitata* было между 1–2% (Indergaard, Minsaas, 1991). Содержание жиров у *Saccarhiza polyschides*, *Himanthalia elongata*, *Laminaria ochroleuca*, *Undaria pinnatifida* из Испании не превышало 1,8% (Sánchez-Machado et al., 2004); у *Egregia menziesii* из Северо-Восточной Пацифики содержание липидов составляло 0,9–1,6% сух. м. (Nelson et al., 2002).

Анализы более 100 видов бурых водорослей из 16 порядков показали, что все они содержат следующие липиды: гликолипиды (моноголактозилдиацилглицерол, дигалактозилдиацилглицерол, сульфоквиновозилдиацилглицерол) и фосфолипиды (фосфатидилглицерол и фосфатидилэтаноламин) (Eichenberger et al., 1993; Bhaskar, Miyashita, 2005).

Диацилглицерилгидроксиметилтриметил-бета-аланин (diacylglyceryl-hydroxymethyltrimethyl-beta-alanine, DGTA) присутствовал в водорослях из порядков Dictyotales, Notheiales, Fucales, Durvillaeales. Фосфатидилхолин не был определен в порядках Dictyotales, Durvillaeales и (с некоторым исключением) в Fucales. DGTA был найден как основной липидный компонент в 8 видах бурых водорослей из Японии (*Ishige okamurai*, *Dictyota dichotoma*, *Dictyota coreacea* [= *Pachydictyon coriaceum*], *Padina arborescens*, *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*], *Sargassum horneri*, *S. ringgoldianum* и *S. thunbergii*). В то же время фосфатидилхолин не был найден ни в одной из этих водорослей, за исключением *I. okamurai*. В 5 других видах – *Colpomenia sinuosa*, *Endarachne binghamiae*, *Scytosiphon lomentaria*, *Eisenia bicyclis*, *U. pinnatifida* – фосфатидилхолин был главным липидным компонентом. Состав жирных кислот DGTA в *D. dichotoma* и *S. fusiforme* [= *H. fusiformis*] был подобен таковому у фосфатидилхолина *U. pinnatifida*, основными составляющими были 16: 0, 18: 2 и 20: 5 (а также 16: 1 в *D. dichotoma*) жирные кислоты (Araki et al., 1991).

Saccharina japonica [= *Laminaria japonica*] и *S. cichorioides* [= *L. cichorioides*] из Японского моря содержали нейтральные липиды, гликолипиды, фосфолипиды и свободные жирные кислоты. Гликолипиды были основным классом липидов в этих водорослях и состояли в основном из пальмитиновой, олеиновой и полиненасыщенных (с 18 и 20 атомами углерода) ЖК (Хотимченко, 1985; Khotimchenko, Kulikova, 1999). Анализ 30 видов бурых водорослей Японского моря из разных порядков показал, что все они содержат липиды, свойственные водорослям из других морей (Khotimchenko, Titlyanova, 1996).

Содержание липидов и их отдельных классов значительно варьирует в зависимости от сезона года и внешних условий (Li et al., 2002; Nelson et al., 2002) в жизненном цикле растений (Reed et al., 1999), а также в зависимости от места нахождения у растения (слоевище, черешок, ризоиды) (Kulikova, Khotimchenko, 2000; Хотимченко, 2003). Однако каких-либо общих закономерностей влияния этих факторов на количество и соотношения липидов пока установить не удалось.

Несмотря на систематические, морфологические и экологические различия, которые существуют между разными видами бурых водорослей, они содержат сходные компоненты ЖК, но различаются по их соотношению. Основными жирными кислотами бурых водорослей являются пальмитиновая, олеиновая и полиненасыщенные ЖК с 18 (18: 2n–6, 18: 3n–3, 18: 4n–3) и 20 (20: 4n–6, 20: 5n–3) атомами углерода. Для всех бурых водорослей характерно относительно высокое содержание C₁₈ и C₂₀ полиеновых ЖК, которое варьирует от 29,6 до 69,8% суммы ЖК, что является главной особенностью, отличающей бурые водоросли от красных и зеленых (Хотимченко, 2003).

Анализ липидов бурых водорослей из порядков Laminariales, Chordariales, Scytosiphonales, Desmarestiales, Dictyosiphonales и Fucales, обитающих в Бохайском море (Китай), показал, что основными ЖК в них были: 14: 0, 16: 0, 18: 1n–9, 18: 2n–6, 18: 3n–3, 18: 4n–3, 20: 4n–6 и 20: 5n–3 (Li et al., 2002). У бурой водоросли *Egregia menziesii* (Северо-Восточная Пацифика) полярные липиды составляли более 50% от общих липидов, а стерины – только 3–8%. Содержание свободных ЖК варьировало в сезоне (от 0 до 26%). Основными ЖК у *E. menziesii* были 16: 0, 14: 0, 18: 1n–9, 20: 4n–6 и 20: 5n–3, водоросли содержали также 18: 2n–6, 18: 3n–3 и 18: 4n–3 ЖК (Nelson et al., 2002). Около 35 ЖК найдено у представителей родов *Dictyota* и *Dictyopteris*, среди которых доминировали 16: 0, 18: 4n–3, 18: 1n–9, 14: 0 и 20: 4n–6. Высокое содержание редкой 16: 1n–5 ЖК и присутствие в небольших количествах C₂₂ полиненасыщенной ЖК характеризует представителей этого порядка водорослей (Khotimchenko, 1995).

Из-за незначительного содержания жиров в бурых водорослях они не имеют особой пищевой ценности. Однако показано, что ненасыщенные и полиненасыщенные ЖК и их эфиры проявляют антиопухолевую активность (Tolnai, Morgan, 1966; Mertin, Hunt, 1976; Nishikawa et al., 1976). Было установлено также, что некоторые липидные фракции из бурых водорослей *Sargassum ringgoldianum* и *Sacharina angustata* [= *Laminaria angustata*] высокоэффективны против фибросаркомы (Noda et al., 1989, 1990).

Стерины

Стерины, или стероидные спирты, являются подгруппой стероидов с гидроксильной группой в 3-позиции А-кольца. Если гидроксильная группа на А-кольце полярна, то остаток на алифатической цепи неполярен. Растительные стерины называют фитостеринами. Предполагается, что они могут блокировать абсорбцию холестерина в крови человека и замедлять образование холестериновых бляшек (Arasaki, Arasaki, 1983).

Основными стеринами в бурых водорослях как по распространению, так и по количеству являются фукостерин (fucosterol) и саргастерин (sargasterol). Фукостерин (рис. 24,Г) был найден в таких водорослях, как *Analipus japonicus*, *Alaria crassifolia*, *Costaria costata*, *Eisenia bicyclis*, *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*], *L. digitata*, *L. hyperborea*, *Saccharina latissima* [= *Laminaria saccharina*], *Ascophyllum nodosum*, *Stephanocystis hakodatensis* [= *Cystophyllum hakodatense*], *Pelvetia canaliculata*, *Sargassum ringgoldianum*, а саргастерин – в *Eisenia bicyclis* и *S. ringgoldianum* (Arasaki, Arasaki, 1983). В стерольной фракции бурой водоросли *Fucus virsoides* был обнаружен только один стерин – фукостерин, составляющий 92% общих стеринов. Высокое содержание фукостерина характерно для многих видов бурых водорослей, особенно для представителей рода *Fucus*, где содержание фукостерина в стерольной фракции составляло от 78% в *Fucus evanescens* до 99–100% в *F. vesiculosus* и *F. serratus* соответственно (Ikekawa et al., 1968). Бурые водоросли содержат кроме фукостерина [(E)-stigmasta-5,24(28)-dien-3 β -ol] также изофукостерин [(Z)-stigmasta-5,24(28)-dien-3 β -ol] (Kapetanović et al., 2005).

В стерольной фракции бурых водорослей из Черного моря (*Punctaria latifolia* и *P. plantaginea*) было определено 15 стеринов, из которых основными были холестерин (45% в *P. plantaginea* и 76% в *P. latifolia*) и 24-метиленхолестерин (24-methylencholesterol), последний присутствовал в высокой концентрации в *P. plantaginea* (28,6%), но не в *P. latifolia*. Характерный для бурых водорослей фукостерин в обоих видах был в низкой концентрации (Kamenarska et al., 2003). Содержание фукостерина в *Scytosiphon lomentaria* составляло 76% от всех стеринов, относительно высокой была концентрация 24-метиленхолестерина (15%). *Zanardinia prototypus*, *Cystoseira barbata* и *C. crinita* из Черного моря содержали более 80% C₂₉-стеринов из общей стерольной фракции. Фукостерины были основными стеринами у этих трех видов (Kamenarska et al., 2003). В *Cystoseira spinosa* [= *Cystoseira adriatica*] из Адриатического моря главными стеринами были холестерин и стигмаст-5-ен-3 β -ол (stigmast-5-en-3 β -ol), а обычный для бурых водорослей фукостерин был найден в низкой концентрации. В то же время стерольная фракция *Fucus virsoides* содержала более 90% фукостерина (Kapetanović et al., 2005).

На дальневосточных видах бурых водорослей *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*] и *Sargassum pallidum* было показано, что ни состав, ни содержание стеринов не изменяются в течение года (Kostetsky et al., 2004).

Витамины

Бурые водоросли содержат большинство витаминов, необходимых человеку: провитамины А (β -каротин), Е, К, В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, В₁₂, С, РР. Так, в ламинарии провитамина А содержится в 2 раза больше, чем в томатах и в 100 раз больше, чем в яблоках; витамина В₁ в водорослях содержится столько же, сколько в томатах и шпинате; витамина В₂ – столько же, сколько в шпинате и в 10 раз больше, чем в томатах, яблоках и капусте; витамина В₃ – в 2 раза больше, чем в шпинате, и в 10 раз больше, чем в яблоках, капусте и томатах; витамина В₆ – в 2 раза больше, чем в шпинате и капусте, и в 10 раз больше, чем в яблоках; витамина С в бурых водорослях найдено столько же, сколько в томатах, и в 2 раза больше, чем в яблоках. Бурые водоросли также ценны присутствием витаминов В₁₂ и Е. (Arasaki, Arasaki, 1983; De Roeck-Holtzhauer et al., 1991).

Минералы

По составу минералов бурые водоросли не отличаются от других, однако некоторые из минералов накапливаются в них в больших количествах, чем в красных и зеленых водорослях, и более доступны для человека (Барашков, 1972). Так, при сравнении 7 видов зеленых, бурых и красных водорослей из Желтого моря (Китай) было показано, что бурые водоросли превосходят другие по содержанию общего йода и йода, растворенного в воде. Наибольшее содержание йода было найдено в *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*] – 734 мг/кг сыр. м.. У исследованных водорослей от 61 до 93% общего водорастворимого йода было в форме иона I^{-1} , 5,5–37,4% – в форме органического йода и 1,4–4,5% в форме иона IO_3^{-} (Hou et al., 1997). Сравнение двух видов зеленых водорослей *Caulerpa racemosa* и *Ulva flexuosa* [= *Enteromorpha flexuosa*] с двумя видами бурых *Levringia boergesenii* и *Padina tetrastromatica* показало, что зеленые водоросли содержали йода 66,8–88,2 мг/% сух. м. и 30,2–38,1 мг/% соответственно, а бурые – 188,9–246,9 мг/% и 27,9–72,1 мг/% соответственно. Высокое содержание йода отмечено в дальневосточных фукусовых водорослях: у *Fucus evanescens* – до 0,1%, у *Cystoseira crassipes* – 0,07%, у *Silvetia babingtonii* – 0,09% сух. м. (Кизеветтер и др., 1981). В *Laminaria* sp. найдено 193–471 мг% йода, в *Eisenia bicyclis* – 98–564 мг%, *Sargassum confusum* – 300 мг%, *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*] – 40 мг%, *Undaria pinnatifida* – 18–35 мг%. В среднем виды *Laminaria* содержат йода в 1000 раз больше, чем мясо каракатицы и краба, в 500 раз больше, чем мясо рыбы, в 500 раз больше, чем красные водоросли (*Porphyra tenera*) и в десятки и сотни тысяч раз больше, чем овощи и фрукты (Arasaki, Arasaki, 1983).

Содержание йода в водорослях неодинаково в течение их жизни и зависит от сезона года и стадии развития растения (Mairh et al., 1998), однако четких закономерностей в содержании йода в зависимости от внешних и внутренних факторов не установлено. Другими, кроме йода, важными для человека минералами являются железо, кальций и натрий. Бурые водоросли содержат этих элементов в десятки раз больше, чем овощи и молоко, и примерно столько же, сколько сухая рыба или семена кунжута (Arasaki, Arasaki, 1983). Больше, чем зеленые и красные водоросли, бурые накапливают тяжелые металлы и радиоактивные элементы, что надо учитывать при сборе водорослей для их использования в пищу.

Вещества, определяющие вкус и аромат бурых водорослей

Бурые водоросли содержат почти те же летучие и нелетучие вещества, что и зеленые и красные водоросли, однако их вкус и аромат отличаются от последних. Причиной этого прежде всего является отсутствие или незначительное количество в бурых водорослях таких веществ, как диметил сульфид акриловой кислоты и спирт фурфурол, а также наличие метилмеркаптана (чего нет у зеленых и красных водорослей) (Arasaki, Arasaki, 1983). Сладкий вкус бурым водорослям придает высокое содержание в них спирта маннита.

2.1.3. ЗЕЛЕННЫЕ ВОДРОСЛИ (Chlorophyta)

Зеленые водоросли получили свое название из-за цвета их хлоропластов, в которых преобладают зеленые пигменты (хлорофиллы *a* и *b*), маскирующие цвет других, меньших по содержанию желтых и оранжевых пигментов (каротиноидов). Объединенные в отдел Chlorophyta, зеленые водоросли имеют следующие основные хемотаксономические идентификационные характеристики: обязательное присутствие в тилакоидных мембранах хлоропластов (сгруппированных в виде пластин по 2 и больше) хлорофиллов *a* и *b*; клеточная стенка состоит из целлюлозы и пектина; крахмал является основным запасным продуктом.

Зеленые водоросли тропической зоны Океана (Гавайские острова) на 87–94% состоят из воды. На долю зольности приходится от 22 до 64% сух. м., содержание белка составляет 7–12%, углево-

ТАБЛИЦА 2. Химический состав и калорийность съедобных зеленых макроводорослей Гавайских островов в сравнении со шпинатом (McDermid, Stuercke, 2003)

Вид	Вода, %	Зола, %	Общий белок, %	Растительные углеводы, %	Жиры, %	Калорийность, кал·г ⁻¹
Зеленые водоросли						
<i>Caulerpa lentillifera</i>	94,0±0,1	46,4±0,2	9,7±0,4	11,8±0,8	7,2±0,3	1517±27,6
<i>Codium reediae</i>	94,3±0,1	64,3±0,6	10,5±0,3	4,5±0,1	5,1±0,5	547±27,4
<i>Codium reediae</i>	93,9±0,1	63,5±0,5	7,0±0,3	8,2±1,3	6,3±0,1	741±12,5
<i>Ulva flexuosa</i>	87,6±0,3	23,2±0,2	7,9±0,5	39,9±2,3	5,6±0,2	2646±134,8
<i>Ulva intestinalis</i>	93,6*	29,2±0,1	11,4±0,8	22,2±0,6	5,2±0,5	2427±38,5
<i>Monostroma oxisperrum</i>	92,9±0,6	22,4±0,5	9,6±0,2	31,9±0,8	3,8±0,1	3033±113,3
<i>Ulva fasciata</i>	83,4±0,4	25,4±0,1	12,3±0,5	20,6±0,7	3,6±0,1	2761±71,1
<i>Ulva fasciata</i>	86,1±0,2	32,2±0,1	8,8±0,4	17,1±1,3	5,1±0,2	2378±71,1
Стандарт						
<i>Spinacia oleracea</i>	92,2*	29,0±0,4	20,3±0,2	2,9±0,1	10,7±0,2	2561±64,6

* Ошибка для этих анализов не рассчитана.

дов 4–40%, жиров 3–7% от сух. м. Калорийность зеленых водорослей колеблется от 550 до 3000 кал/г сух. м. (табл. 2).

Для сравнения: картофель имеет калорийность 890 кал·г⁻¹, овощи – 250, фрукты – около 200, мясо – 1500, хлеб – 2000, масло сливочное – 7000 кал·г⁻¹. Однако если учесть, что примерно 50% органических веществ зеленых водорослей не переваривается в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) человека и не усваивается, то зеленые водоросли можно отнести к низкокалорийной пище. Наиболее богаты углеводами водоросли из родов *Ulva* и *Monostroma*, эти же водоросли и наиболее калорийны. Наименьшую пищевую ценность (наименьшее количество углеводов и наименьшую калорийность) имеют водоросли из рода *Codium*. В среднем зеленые водоросли не уступают по калорийности шпинату, в 10 раз богаче его по содержанию углеводов и в 2 раза беднее по содержанию белков и жиров (Mc Dermid, Stuercke, 2003). Зеленые водоросли, произрастающие в умеренной зоне Мирового океана (Европа, Северная Америка), не уступают тропическим видам водорослей по содержанию основных питательных веществ. Так, европейские виды *Ulva* содержат общего белка от 10 до 25%, углеводов от 42 до 48%, жиров от 0,5 до 1,7% сух. м. (Барашков, 1972; Pulz, 2000). По данным Суховеевой и Подкорытовой (2006), в водорослях рода *Ulva*, произрастающих на Дальнем Востоке России, содержание белков составляет от 10 до 34%, клетчатки – от 2 до 10%, золы – от 10 до 26%. У видов из родов *Cladophora* и *Codium* содержание белков и углеводов значительно ниже, чем у ульвовых.

Азотистые вещества

В зеленых водорослях белки составляют наибольшую долю общего азота тканей (82–89%), аминокислоты (всего в гидролизатах белков было обнаружено 16 аминокислот, в том числе 8 незаменимых) – 53–70%, амины – 9–12%, гумины – 7–10% (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Зеленые водоросли в значительных количествах содержат белки, связанные с сахарами (лектины), с молекулярными массами >20000 дальтон (Да) (Rogers, Hori, 1993). Из зеленой водоросли *Caulerpa cupressoides* были выделены лектины с молекулярной массой 44700 Да. Предполагают, что лектины зеленых водорослей являются димерными протеинами. В них обнаружены высокие концентрации аминокислот (глицина и серина). Содержание углеводов в лектинах *C. cupressoides* может составлять более 11% (Benevides et al., 2001).

Из зеленой водоросли *Ulva prolifera* [= *Enteromorpha prolifera*] были выделены лектины EPL-1 и EPL-2, которые имели молекулярные массы 60000–70000 Да, что вероятно обусловлено ассоциацией лектинов в высокоупорядоченные агрегаты (Ambrosio et al., 2003).

Лектин, выделенный из зеленой водоросли *Ulva pertusa*, был назван UPLI, его молекулярная масса составляла около 23000 Да. Лектин UPLI был устойчив к действию высоких температур в диапазоне pH 6–8. Первичная структура лектина *U. pertusa* отличалась от структуры известных лектинов растений и животных (Wang et al., 2004). Лектин, выделенный из зеленой морской водоросли *Codium fragile*, имел молекулярную массу 60000 Да, и состоял из четырех субъединиц, соединенных дисульфидными мостиками. Этот лектин хорошо агглютинировал клетки крови человека (Roger et al., 1986).

Лектин, выделенный из водоросли *Codium giraffa* (гирафин), являлся мономерным белком с молекулярной массой 17800 Да (Alvarez-Hernández et al., 1999).

Лектин-бриохелин с молекулярной массой 53800 Да был обнаружен в *Bryopsis plumosa*. Установлена его специфичность к N-ацетил-D-галактозамину и N-ацетил-D-глюкозамину (Kim et al., 2006).

Зеленые водоросли содержат свободные аминокислоты в количестве от 280 до 2060 мг на 100 г сух. м. В ульвовых водорослях было найдено 19 свободных аминокислот, из них 9 незаменимых (Arasaki, Arasaki, 1983). Особенно богаты зеленые водоросли аргинином, аспарагиновой кислотой, α-цистеиновой кислотой, пролином, серином, глутаминовой кислотой (Кизеветтер и др., 1981). В них также найдены аланин, хондрин, D-цистеиновая кислота, глицин, изолейцин, лейцин, таурин, тирозин, валин, фенилаланин, триптофан (Arasaki, Arasaki, 1983).

Переваривание белков зеленых водорослей ферментами и бактериями ЖКТ человека было изучено в последнее время в опытах как *in vitro*, так и *in vivo*. Показано, что белок зеленых водорослей переваривается человеком на 60–98% в зависимости от вида водоросли, ее возраста, жизненной формы, а также в зависимости от активности ферментов и бактерий в ЖКТ (Fleurence et al., 1999; Aguilera-Morales et al., 2005).

Углеводы

Общее содержание углеводов в слоевищах зеленых водорослей может достигать более 50% сух. м. Так, уровень углеводов у некоторых видов *Ulva* из Балтийского моря составлял 30–40% сух. м. (Haroony et al., 2000). В *Ulvaria oxysperma* из Бразилии содержание углеводов колебалось от 46 до 72% (De Padua et al., 2004). У водорослей с Гавайских островов наибольшее количество углеводов (около 40% сух. м.) было найдено в ульвовых водорослях, а наименьшее (4,5% сух. м.) – у *Codium reediae* (Mc Dermid, Stuercke, 2003).

Из растворимых низкомолекулярных углеводов (моносахара и олигосахара) в зеленых водорослях были обнаружены глюкоза, фруктоза, сахароза, рамноза, галактоза, ксилоза. Запасными полисахаридами (ЗП) зеленых водорослей являются крахмал и фруктан (Arasaki, Arasaki, 1983). Крахмал – наиболее распространенный ЗП зеленых водорослей. Он содержит амилозу и амилопектин в пропорции, близкой к крахмалу картофеля. Крахмал накапливается в хлоропластах зеленых водорослей или в виде обкладки белкового тела пиреноида, или в виде зерен, лежащих между тиллакоидами (рис. 25).

Крахмал зеленых водорослей легко переваривается и усваивается человеческим организмом. Содержание крахмала в водорослях видоспецифично и зависит от световых условий обитания. Так, талломы *U. lactuca* из Японского моря, выросшие на ярком свете (90% ФАРп), содержали более 400 мг/г сух. м. крахмала, а в затенении (10% ФАРп) – около 300 мг/г сух. м. Другой из ЗП – фруктан (полимер фруктозы) – найден только у представителей порядка Dasycladales (Arasaki, Arasaki, 1983).

Основным из структурных полисахаридов (СП) зеленых водорослей, формирующих скелетную структуру клеточной стенки, как и у высших наземных растений, является целлюлоза (β-1,4-

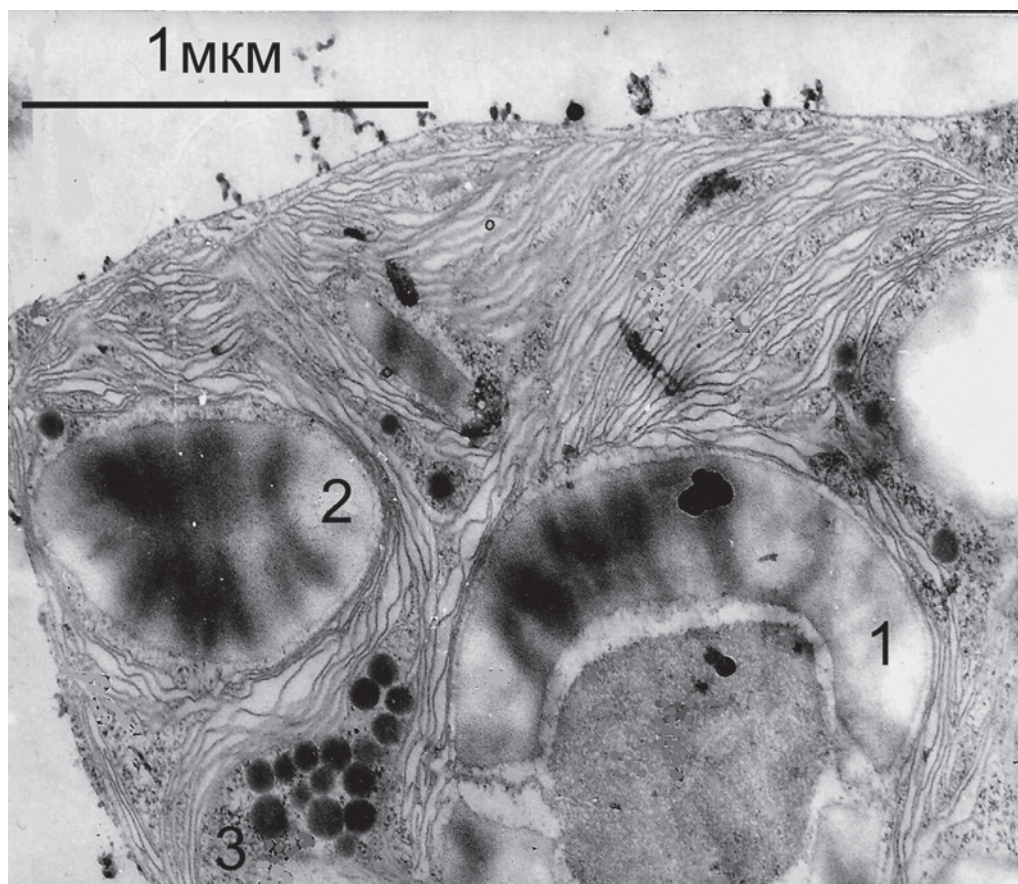


Рис. 25. Внутренняя структура хлоропласта зеленой водоросли *Ulva lactuca* [= *Ulva fenestrata*] (фото Э.А. Титлянова). 1 – крахмал обкладки пиреноида, 2 – зерно крахмала, 3 – липидные капли

глюкан), она образует длинные, тонкие, прочные волокна. Физические свойства целлюлозы зеленых водорослей близки к таковым целлюлозы высших растений. В некоторых видах водорослей из родов *Ulva* и *Ulothrix* присутствует целлюлоза, в которой кроме глюкозы встроены другие моносахара (Boney, 1966). Количеством целлюлозы определяется прочность талломов водорослей, ее содержание колеблется от 1 до 14% на сух. массу. Зеленые водоросли рода *Caulerpa* имеют добавок к целлюлозе другой СП – ксилан, а из рода *Codium* – маннан (Arasaki, Arasaki, 1983). У сифоновых зеленых водорослей *Udotea*, *Penicillus* и *Halimeda* скелет клеточных стенок построен только из ксилана (β -1,3-связанный ксилан) (Frei, Preston, 1964; DeWreede, 2006). У водорослей из рода *Bryopsis* скелет клетки состоит из ксилана и небольшого количества (во внешних частях клеточных стенок) глюкана. Ксилан образует микроволокна с более плотной, чем у целлюлозы, упаковкой и со сцеплением волокон друг с другом. Ориентация микроволокон зависит от вида водоросли и может быть от беспорядочной до идеально упорядоченной структуры (Frei, Preston, 1964). Структурные полисахариды, имеющие β -1,3- или β -1,4-связи, не перевариваются в ЖКТ человека.

Часть полисахаридов, образующих клеточную стенку, растворяются в воде. В клеточной стенке они образуют микроволокна, которые построены из полимеров, названных ульванами, так как впервые были обнаружены в ульвовых водорослях. Ульваны состоят главным образом из рамнозы, глюкуроновой кислоты, ксилозы, глюкозы, галактозы, а также сульфатных остатков и являются типичными сульфатированными полисахаридами (СПС).

Содержание ульванов в водорослях колеблется в зависимости от вида и условий выращивания, в среднем в ульвовых водорослях содержится до 25% ульванов (от сух. м.). Ульваны растворяются только в горячей воде, а на холоде образуют гель. Ульваны плохо перевариваются в

ЖКТ человека, поэтому могут быть использованы как «безкалорийный» наполнитель в пищевых добавках. В медицине ульваны используются как растительные волокна, а в косметической промышленности – как вещества, омолаживающие кожу. Не только ульваны, но и другие СПС присутствуют в клеточных стенках и межклетниках зеленых водорослей, это в основном α-L-арабинан сульфаты, рамнан сульфаты и др. Три основных группы сульфатированных гетерополисахаридов составляют клеточные стенки зеленых водорослей, это глюкуроноксилорамнаны (glucuronoxylorhamnans), глюкуроноксилорамногалактаны (glucuronoxylorhamnogalactans) и ксилоарабиногалактаны (xyloarabinogalactans). Молекулы этих СПС сильно разветвлены и не содержат в основной цепи регулярно повторяющихся единиц. Некоторые из СПС связаны ковалентно с белками и характеризуются как протеогликаны. В СПС включены такие нейтральные и кислые моносахара, как D-глюкоза, D-галактоза, D-манноза, L-галактоза, L-рамноза, L-фукоза, D-ксилоза а также D-мануриновая кислота, D-гулуриновая кислота, L-гулуриновая кислота и другие.

Водорастворимые полисахариды *Codium fragile* и *C. vermilare* представлены сульфатированными арабинанами и галактанами и (или) сульфатированными арабиногалактанами (Ciancia et al., 2007a, b). Водоросли из рода *Cladophora* содержат СПС, который на 58,3% состоит из галактозы, на 31,8% из арабинозы, на 10,6% из ксилозы, на 16,9% из сульфата и близок по строению к полисахариду из кодиума. Виды каулерпы (*Caulerpa*) содержат СПС, основными компонентами которых являются такие сахара, как галактоза, глюкоза, арабиноза и ксилоза (DeWreede, 2006). *Chaetomorpha antennina* содержит сульфатированный гетерополисахарид, состоящий из арабинозы (57,7%), галактозы (38,5%), рамнозы (3,8%) и сульфата (11,9%) (Ramana, Rao, 1991). Из *Monostroma latissimum* был выделен сульфат рамнана (Lee et al, 1998; Munding, Efferth, 2008).

Большинство СПС, найденных в зеленых водорослях, обладают биологической активностью и входят в группу веществ, называемых растительными волокнами, которых в зеленых водорослях может содержаться до 60% от сух. м. Эти структурированные волокна растительных полисахаридов широко используются в производстве биологически активных добавок (БАД) и в медицине (Ciancia et al., 2007a).

Вещества, содержащие фенольные и полифенольные компоненты

Фенольные соединения широко распространены в морских макрофитах, они участвуют в процессах роста и репродукции, а также защищают растения от патогенных организмов. Интерес к фенольным соединениям связан с их значением как антиоксидантов в предупреждении и лечении сердечно-сосудистых, раковых и других тяжелых заболеваний.

Наиболее полно изучен состав веществ, содержащих полифенольные и фенольные компоненты у зеленых водорослей *Halimeda macroloba* и *H. opuntia* с острова Ишигаки (Окинава, Япония). В этих водорослях найдены катехин, эпикатехин, эпигаллокатехин, катехин галат, эпикатехин галат, эпигаллокатехин галат, рутин, кверцитрин, гесперидин, мирицетин, морин, лютеолин, кверцетин, эпигенин, кемпферол, баикалеин, кофеиновая кислота и катехин (рис. 26,А, Б). Состав полифенольных и фенольных компонентов был различен у этих двух видов халимеды. В *H. macroloba* было найдено большое количество эпигаллокатехина. Кофеиновая кислота (рис. 26,А) и гесперидин были найдены только в *H. macroloba*. Катехина в *H. macroloba* было в 5 раз больше, а мирицитина и морина – приблизительно в 2 раза больше, чем в *H. opuntia* (Yoshie et al., 2002). Известно, что в зеленых водорослях *Caulerpa* и *Dasycladus* аккумулируются кумарины, способные абсорбировать ультрафиолетовые лучи (Kubitzki, 1987). Кумарины являются фенольными производными с характерными бензопирановыми (benzopyrone nucleus) ядрами (рис. 26,В) (Murray et al., 1982). Присутствие в кумаринах орто-дигидроксильных групп придает им антиоксидантные свойства. Был выделен и идентифицирован главный химический компонент этих веществ, придающий им антиоксидантные свойства – 3,6,7-тригидроксикумарин (ТНС) (Menzel et al., 1983). Талломы зеленой средиземноморской макроводоросли *Dasycladus vermicularis* содержали около 20 мг/г сыр. м. 3,6,7-тригидроксикумарина (Pérez-Rodríguez et al., 2001), который был равномерно

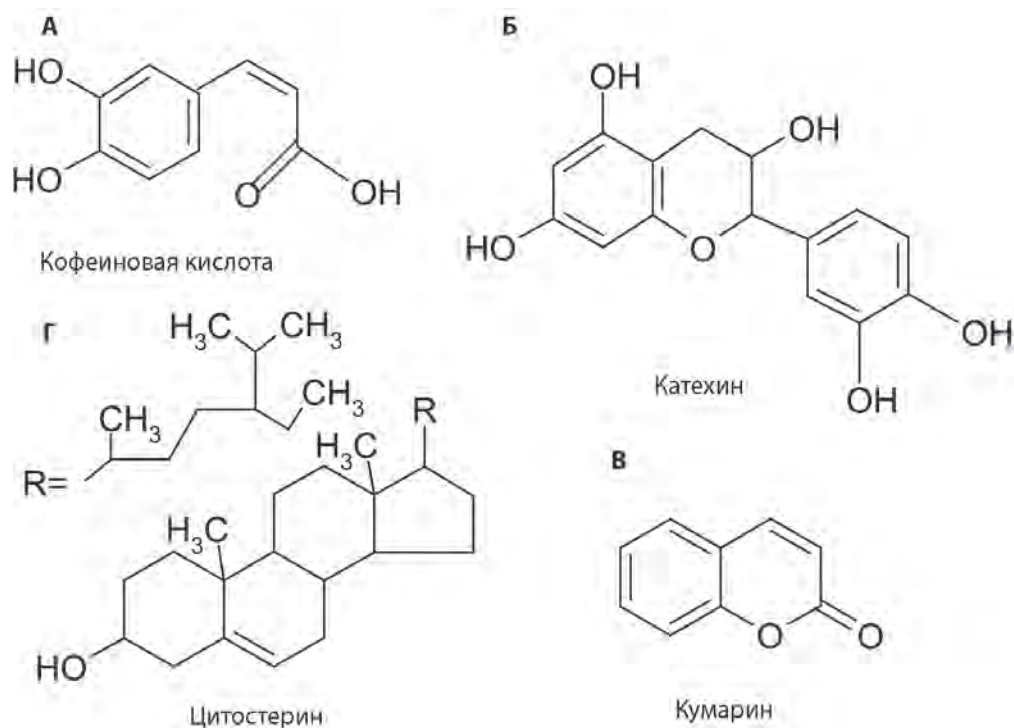


Рис. 26. Полезные вещества зеленых водорослей

распределен в клеточных стенках и вокруг мембран вакуолей. Сезонные изменения в содержании бромфенолов и бромпероксидазной активности были изучены в зеленой морской водоросли *Ulva lactuca*. Результаты показали, что бромпероксидазная активность была высокой в летний сезон и низкой – в зимний (Flodin et al., 1999).

Жиры

Зеленые водоросли бедны жирами, их содержание составляет от <1 до 7% сух. м., или от 1,6 до 36,2 мг/г сыр. м. слоевищ (Кизеветтер и др., 1981; Хотимченко, 2003; Nelson et al., 2002). *Ulvaria oxysperma* из Бразилии содержала от 0,5 до 3,3% жиров (De Padua et al., 2004). В *Ulva* spp. из Балтийского моря жиров было отмечено от 3,5 до 4,4% сух. м. (Haroony et al., 2000). В зеленых водорослях Гавайских островов жиры составляли от 3,6 до 7,2% сух. м. (см. табл. 2).

Основными липидами у ульвовых являются полярные липиды (44–94% от общего содержания жиров) и стерин (3–8%). Они содержат в основном 16: 0, а также 18: 2n–6, 18: 3n–3, 18: 4n–3 и 18: 1n–7 ЖК, а также некоторое количество C₂₂ полиненасыщенных ЖК (Nelson et al., 2002).

С.В. Хотимченко (2003) показала, что у зеленых водорослей из рода *Codium* (Японское море) главными ЖК были 16: 0, 18: 1n–9, 18: 2n–6, 18: 3n–3 и 16: 3n–3, которые вместе составляли 65% от всех ЖК. Виды *Codium* отличались от других представителей порядка Bryopsidales высоким содержанием 18: 1n–9 кислоты. В представителях рода *Halimeda* были найдены ненасыщенные ЖК, содержащие 24, 25 и 26 атомов углерода. Жиры *Aegagropila linnaei* [= *Cladophora sauteri*] на 76% состоят из ненасыщенных и на 24% из насыщенных жирных кислот. Зеленые водоросли близки по составу ЖК с наземными растениями, однако по содержанию отдельных кислот они могут сильно отличаться от последних. Так, водоросли значительно больше, чем наземные растения, содержат олеиновой и α-линоленовой кислот. В зеленых водорослях, также как в красных и бурых, пальмитиновая кислота является одной из основных по содержанию и составляет от 15,0 до 41,4% суммы ЖК. Из других насыщенных кислот в представителях этого отдела всегда присутствуют

миристиновая и стеариновая ЖК. Зеленые водоросли способны синтезировать и накапливать в существенных количествах полиненасыщенные ЖК с 16 атомами углерода, главным образом гексадекатриеновую и гексадекатетраеновую ЖК. Одной из особенностей состава ЖК зеленых водорослей является высокое содержание полиненасыщенных ЖК с 18 атомами углерода: линоленовой, α -линоленовой и октадекатетраеновой, которые в сумме могут составлять от 20 до 55% ЖК. Зеленые водоросли способны синтезировать полиненасыщенные ЖК с 20 атомами углерода, но содержание их значительно ниже, чем в бурых и красных водорослях (Хотимченко, 2003).

Содержание липидов и отдельных ЖК в водорослях значительно варьирует в течение года и зависит от внешних условий (Li et al., 2002; Nelson et al., 2002). Так, наибольшее количество жиров у водорослей северо-восточной Пацифики накапливается в зимне-весеннее время. Однако каких-либо общих закономерностей влияния внешних и внутренних факторов на количество и соотношения липидов и ЖК у зеленых водорослей установить не удалось (Kulikova, Khotimchenko, 2000; Хотимченко, 2003). Из-за незначительного содержания жиров в водорослях они не имеют особой пищевой ценности. В то же время ценность для здоровья человека представляют находящиеся в них полиненасыщенные ЖК.

Стерины

Представители отдела Chlorophyta содержат такие стерины, как цитостерин (рис. 26,Г), хондрилластерин, пориферастерин, 28-изофукостерин, эргостерин, холестерин и др. (Arasaki, Arasaki, 1983). Основными стеринами в экстракте зеленой водоросли *Ulva lactuca* из Адриатического моря были холестерин (34%) и изофукостерин (26%), в меньших количествах – стигмастерины (stigmast-5-en-3 β -ol, stigmasta, 5, 22-dien-3 β -ol), а также 22-дегидрохолестерин, эргоста-5(22)-диен-3 β -ол (ergosta-5(22)-dien-3 β -ol) и эргост-5-ен-3 β -ол (ergost-5-en-3 β -ol) (Kapetanović et al., 2005). По данным других исследователей, изофукостерин был основным стеринотом *U. lactuca* (Siddhanta et al., 1997). *Codium dichotomum* из Адриатики содержал в основном клеростерин, который составлял 93,5% от суммы всех стеринотомов. Этот стерин характерен и для других видов рода *Codium*. Иногда в представителях этого рода в значительных количествах присутствовал эргоста-5,25-диен-3 β -ол (ergosta-5,25-dien-3 β -ol) (Kapetanović et al., 2005).

Пигменты

Зеленые водоросли содержат тот же основной набор пигментов, что и высшие растения: хлорофиллы *a* и *b*, каротиноиды: β -каротин, лютеин, виолаксантин, зеаксантин, сифонаксантин (только в порядке Siphonales) и др. От бурых и красных водорослей зеленые отличаются наличием хлорофилла *b* и значительно большим общим содержанием хлорофиллов. Так же как представители других отделов, зеленые водоросли накапливают пигменты при затенении. Так, у *Ulva lactuca* [= *Ulva fenestrata*] из Японского моря, растущей при освещенности от 1 до 90% ФАРп, содержание пигментов составляло соответственно: хлорофилла *a* – 160 и 1230, хлорофилла *b* – 100 и 750, β -каротина – 9 и 73, лютеина+зеаксантина – 24 и 48, энтероксантина – 6 и 10, виолаксантина – 8 и 47 и неоксантина – 7 и 50 мкг/г сыр. м. (Титлянов, 1983). Высокие концентрации хлорофиллов, каротина и ксантофиллов в водорослях, выросших в тени, делают их особо ценными при приготовлении из них салатов, а также биологически активных добавок к пище.

Витамины

Зеленые водоросли по сравнению с другими макроводорослями менее богаты витаминами, например, провитамина А (β -каротина) они содержат в среднем около 1,8 мг в 100 г сух. м. (мг%) (Суховеева, Подкорытова, 2006), это в сотни раз меньше, чем в красной водоросли порфире

(Arasaki, Arasaki, 1983) В то же время зеленые водоросли содержат витаминов в 100 раз больше, чем яблоки, и в 5 раз больше, чем шпинат (Arasaki, Arasaki, 1983). Не очень богаты зеленые водоросли (по сравнению с другими) и витамином B_1 (тиамин) (0,09–2,5 мг%). В среднем в зеленых водорослях его содержится в 10 раз меньше, чем, например, в порфире, но в 10 раз больше, чем в томатах, яблоках и капусте. Витамин B_2 (рибофлавин) в зеленых водорослях содержится столько же, сколько в шпинате и ламинарии (0,2–0,6 мг%), в 2 раза меньше, чем в порфире, но в 10 раз больше, чем в яблоках, томатах и капусте. Витамин B_3 (никотиновая кислота) содержится столько же, сколько в ламинарии и шпинате (0,75 мг%), в 2 раза меньше, чем в порфире и в несколько раз больше, чем в яблоках, томатах и капусте. Витамин C (аскорбиновая кислота) столько же, сколько в ламинарии, в 2 раза меньше, чем в порфире и в томатах, в 10 раз меньше, чем в шпинате, но в 2 раза больше, чем в яблоках. Витамин B_{12} (кобаламин) в ульвовых водорослях содержится до 1,4 мг%, что в 2–3 раза меньше, чем в порфире, и в 10 раз больше, чем в ламинарии. Витамин B_9 (фолиевая кислота) содержится в зеленых водорослях от 0,01 до 0,015 мг%, что в 2–3 раза больше, чем в порфире, столько же, сколько в бурых водорослях, в 2 раза меньше, чем в капусте, и в 5 раз меньше, чем в шпинате (Arasaki, Arasaki, 1983). Кроме того, в водорослях содержатся витамин D – около 0,9 мг%; B_5 (пантотеновая кислота) – 0,20–0,25 мг%; витамин E (токоферол) – 0,1–0,18 мг%, витамин B_6 (адермин) – 0,03 мг%, витамин H (биотин) – 0,01 мг%, холин – 6,0 мг%, Bh (инозитол) – 1,0–2,5 мг%, липоевая кислота – 0,017 мг% (Arasaki, Arasaki, 1983; Суховеева, Подкорытова, 2006).

Минеральные вещества

Зеленые водоросли, как и все другие морские растения, богаты минеральными веществами. И хотя водоросли содержат практически все минералы, необходимые человеку, они особенно богаты кальцием, железом и йодом.

Кальция в усвояемой человеком форме зеленые водоросли содержат от 400 до 600 мг%, что в несколько десятков раз больше, чем в капусте, яйцах и шпинате, а также в 5 раз больше, чем в соевых бобах и в сушеной рыбе.

Железа в зеленых водорослях содержится в несколько раз больше, чем в других группах водорослей – от 80 до 100 мг%, это в 10 раз больше, чем в сардинах и семенах кунжута, и в 50 раз больше, чем в овощах (Arasaki, Arasaki, 1983).

Китайцы и японцы восполняют йодный дефицит пищевыми продуктами, в основном за счет употребления в пищу водорослей. В зеленых водорослях йода накапливается в десятки раз больше, чем в мясе морских животных, и в тысячи раз больше, чем в тканях наземных растений. По данным И.В. Кизеветтера с соавторами (1981), содержание (% от сух. м.) некоторых минеральных элементов в водорослях Российского Дальнего Востока следующее: натрия – 0,9–3,6%, калия – 0,3–1,7%, магния – 1,4–3,1%, кремния – 0,1–0,3%, алюминия – 0,02–0,15%, фосфора – 0,10–0,13%, серы – 1,7–4,0%. Содержание минеральных элементов в зеленых водорослях непостоянно и зависит от вида, сезона года и условий обитания. Микроэлементный состав зеленых водорослей Дальнего Востока России также не постоянен: марганца было обнаружено от 6 до 8 мг%, меди – от 3 до 180 мг%, никеля – 60 мг%, цинка – 60 мг%, кобальта, рубидия и цезия – следы (Кизеветтер и др., 1981). Водоросли накапливают не только полезные минеральные вещества, но и чрезвычайно вредные, например, ртуть, кадмий, мышьяк, свинец, а также радиоактивные элементы, например, цезий-137, радий-226 и др. (Van Netten et al., 2000).

Вещества, придающие запах и вкус блюдам из зеленых водорослей

Свежие водоросли не имеют какого-либо сильного специфического запаха, так как не выделяют летучих веществ. Приготовленные водоросли имеют и запах, и пикантный вкус, который приобретают при измельчении и обработке теплой или горячей водой. Основными компонента-

ми аромата и вкуса водорослей являются свободный йод, а также соединения, содержащие серу, такие как диметилсульфид и триметиламин.

Диметилсульфид – это летучее соединение с горьким вкусом и сильным запахом (запах сушеной ульвы). В свежих водорослях диметилсульфид присутствует в виде диметилпропиотетина, который под действием ферментов (во время приготовления) превращается в диметилсульфид. Наибольшее содержание диметилпропиотетина отмечено у представителей родов *Ulva* и *Monostroma*.

Триметиламин в больших количествах находится в несвежей рыбе и является главным источником ее плохого запаха, однако, находясь в небольших количествах в водорослях, он придает им прекрасный аромат. Больше всего триметиламина содержится в тонких талломах водорослей из рода *Ulva*. В сухих талломах водорослей запах слабый, но он усиливается при обработке теплой водой, при этом оксид триметиламида восстанавливается до триметиламина. Особый характерный вкус блюдам из водорослей придают органические кислоты, ненасыщенные ЖК и глутаминовая кислота. Участвуют в создании вкуса и другие аминокислоты. Глицин и аланин придают блюдам сладость, а лейцин, изолейцин и валин – слегка горьковатый вкус. Аминокислота таурин, отличающаяся от обычных аминокислот содержанием сульфонильной группы ($-\text{SO}_3\text{H}$) вместо гидроксильной группы, придает водорослям кислый вкус. Метильное производное таурина (N-метилтаурин) имеет сладкий вкус. Продукты гидролиза белков зеленых водорослей имеют слегка горьковатый вкус. Пептид бетаин придает водорослям вкус овощей. Летучие альдегиды, такие как фурфурал, валеральдегид и бензальдегид, придают водорослям приятный аромат. Терпены, присутствующие в водорослях, также придают запах и вкус блюдам из зеленых водорослей (Arasaki, Arasaki, 1983).

2.2. МОРСКИЕ ТРАВЫ (*Magnoliophyta*)

Химический состав морских трав близок к таковому наземных высших растений. Например, морские травы Японского моря (*Zostera asiatica*, *Z. japonica*, *Z. nana*, *Phyllospadix iwatensis*) на 75–81% состоят из воды, содержание сухих веществ колеблется от 19 до 25%. Органических веществ в этих травах содержится от 77 до 85%, минеральных – от 14 до 23%, белка – от 6 до 12%, растворимых углеводов – от 10 до 21%, клетчатки – от 14 до 21% сух. м. (Суховеева, Подкорытова, 2006). Морские травы отличаются от водорослей большим содержанием сухого вещества (в среднем на 20%), меньшим содержанием минеральных веществ (в среднем на 30%) и большим (примерно в 2 раза) содержанием клетчатки, а также значительно меньшим содержанием жиров и йода. В морских травах дальневосточных морей России общее содержание органических веществ изменяется от 77,0% весной до 85,3% сух. м. осенью (Подкорытова и др., 1994). Химический состав листьев морской травы *Symodosea nodosa* с побережья Фарборза (Северная Адриатика) был следующим: белки составляли 10–16%, жиры – 1,7–3,1%, фосфор – 0,3–0,8%, азот – 1,6–2,6%. Корни содержали белков – 5–17%, жиров – 0,9–3,2%, фосфора – 0,1–0,6% и азота – 0,9–2,8% сух. м. (Zavodnik et al., 1998).

Основным запасным углеводом в травах является сахароза (90% от общих растворимых углеводов) (Touchette, Burkholder, 2000). Целлюлоза из морских трав близка по химической структуре к целлюлозе наземных высших растений. Так, целлюлоза филлоспадикса состоит из тонких, длинных (6–20 мм), шелковистых и прочных волокон. Целлюлоза zostеры состоит из более толстых и коротких (4–5 мм) волокон. Травы редко употребляются в пищу, в основном из-за их жесткости, обусловленной большим содержанием клетчатки, однако они могут быть использованы как пищевые добавки, содержащие растительные волокна. В промышленности, в медицине и в сельском хозяйстве находят применение преимущественно вещества клеточных стенок морских трав, из которых наиболее ценны целлюлоза и пектины или пектиноподобные вещества.

Пектины

По химической природе пектин относится к кислым гетерополисахаридам, полимерная цепь которых состоит из остатков D-галактуроновой кислоты или ее метиловых эфиров, имеющих пиранозную форму и соединенных альфа-(1–4)-гликозидной связью. Пектины используют главным образом в кулинарии как желирующие вещества при приготовлении джемов и других кондитерских изделий, как наполнители при изготовлении конфет, как стабилизаторы фруктовых соков и молочных напитков, а также в диетическом питании.

Наиболее изученным пектином морских трав является зостерин, найденный у представителей семейства *Zosteraceae*. Ю.С. Оводов (Ovodov, 1975) установил структуру молекулы зостерина, состоящую из следующих главных фрагментов: галактуронан, апиогалактуронан и гетерогликано-галактуронан, которые связаны галактуроновой кислотой или остатками рамнозы. Фрагмент апиогалактуронана отличается устойчивостью к действию пектолитических ферментов и, возможно, защищает растение от фитопатогенных организмов, он также устойчив к природному процессу разложения и гниения. В кислых растворах зостерин показывает гелеформирующие свойства и, возможно, поддерживает водный и водно-солевой режим у растений семейства *Zosteraceae*.

Получаемая из зостерина натриевая соль названа зостератом. При создании слабокислой среды раствор зостерата натрия образует гель, используемый в пищевой промышленности, особенно в кондитерской. Прочность гелей 2%-ных растворов зостератов натрия, полученных из морских трав, не зависит от срока добычи зостеры, а также от ее вида. Физико-химические свойства зостератов близки к таковым солей альгиновых кислот, получаемых из бурых водорослей (Мирошников, 1940; цит. по: Суховеева, Подкорытова, 2006). Выход зостерина из морских трав изменяется в достаточно широком интервале и зависит от времени сбора травы, а также от содержания полисахарида в исходном материале, которое составляет 11,2–14,3% от сух. м. *Z. marina*, 12,1–16,3% – *Z. asiatica*, 11,3% – *Z. japonica* и 11,7% – *Phyllospadix iwatensis*. Наибольший выход зостерина (15–16%) получают в июле-августе (Суховеева, Подкорытова, 2006).

Низкомолекулярные фракции зостерина способны всасываться из ЖКТ человека в кровь и связывать непосредственно в крови вредные вещества, которые вместе с зостерином выводятся из организма с мочой и потом. Высокомолекулярные фракции зостерина, не перевариваясь в ЖКТ и обладая хемосорбцией, являются антиоксидантами, поглощая вредные вещества (свободные радикалы, металлы и др.) и выводя их из организма (Lee et al., 2007).

Зостерин является основой БАДов, приготовленных из морских водорослей и трав. Так, из трав рода *Zostera* в России получают зостерин-ультра (Тихоокеанский институт биоорганической химии, ТИБОХ). В природном зостерине всего 8% низкомолекулярных фракций, а в БАДе зостерин-ультра – не меньше 30%, поэтому он перспективен в очистке крови от тяжелых металлов и применяется, например, при интоксикации свинцом на свинцово-цинковых комбинатах или при интоксикации радиоактивными элементами. Зостерин чистит не только кровь, но и ЖКТ от токсинов, имея свойства растворимых пищевых волокон, поэтому его применяют при токсикозах или после инфекционных заболеваний с профилактическими целями. В России выпускают и другие БАДы, содержащие зостерин, например «Полисорбитол-95» (компания «Востокфарм»), содержащий частично зостерин и частично пектины высших наземных растений.

Морские травы содержат большое количество целлюлозы, и некоторые БАДы готовят с включением целлюлозы как источника нерастворимых пищевых волокон. Целлюлоза из морских трав способствует очищению кишечника и лучшему пищеварению.

2.3. СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (Cyanobacteria)

Морские синезеленые водоросли, обрастающие естественные и искусственные субстраты, образуют на них колонии в виде псевдоталломов, пленок, корок и матов. Эти колонии (чаще мо-

нодоминантные сообщества) полезны для человека в различных отраслях его деятельности: могут быть использованы в питании человека и домашних животных (некоторые виды *Anabaena* и *Nostoc* употребляются в пищу в Чили, Мексике, Перу и на Филиппинах), как топливо, как источник витаминов, токсинов, ферментов и других биологически активных веществ. Синезеленые морские водоросли, фиксирующие азот, например *Leptolyngbya valderiana* [= *Phormidium valderianum*], используются как корм для рыб и беспозвоночных в хозяйствах марикультуры. Некоторые виды бактерий культивируются и используются для получения естественных пищевых красителей фикоцианина и аллофикоцианина.

Цианобактерии, как пресноводные, так и морские формы, являются богатейшим источником биологически активных веществ, имеющих широкое применение в медицине. Так, из синезеленых водорослей выделяют ферменты, которые затем используются в биохимических исследованиях и в медицине. К ним относятся β -лактамаза (β -lactamase), протеаза и липаза. Некоторые, как обычные, так и высокоспецифичные эндонуклеазы, получают из водорослей рода *Anabaena* и *Nostoc*. Такие водоросли, как *Spirulina platensis* и *Arthrospira* sp., богаты линоленовой кислотой, которая в организме человека легко превращается в арахидоновую кислоту, последняя – в простагландины.

Синезеленые водоросли накапливают продукты своего метаболизма в культуральной среде. Эти метаболиты проявляют биологическую активность и используются или могут быть использованы в медицинских целях (Burja et al., 2001):

Циановирин-N – содержит в своей молекуле 101 аминокислоту, имея молекулярную массу 11 кДа. Он был открыт в культуральной среде цианобактерии *Nostoc ellipsosporum*. Циановирин-N лидирует в списке нового класса лекарств против вируса иммунодефицита человека.

Борофицин – борсодержащий метаболит, выделенный из морских синезеленых водорослей *Nostoc linckia* и *N. spongiaeforme*. Он проявляет цитотоксичность к человеческой эпидермальной карциноме и человеческой колоректальной аденокарциноме, а также имеет антимикробную активность.

Криптофицин впервые был выделен из *Nostoc* sp. Этот яд проявляет цитотоксичность против опухолевых клеток.

Липопептиды. Природные продукты многих морских синезеленых водорослей содержат пептиды, связанные с ЖК, названные липопептидами. Анализ 424 продуктов, выделенных из синезеленых водорослей, показал, что 40% из них являются липопротеидами, которые проявляют цитотоксическую, противораковую, противовирусную и противогрибковую активность.

Цианобактерии продуцируют токсины, очень опасные для человека, а также для наземных и морских животных (Burja et al., 2001).

Гепатотоксины – это циклические пептиды микроцистин и нодуларин, наиболее часто встречающиеся среди морских синезеленых водорослей, которые разрушают клетки печени человека и животных. Более 50 видов различных микроцистинов было выделено из синезеленых водорослей родов *Anabaena*, *Haplasiphon*, *Microcystis*, *Nostoc* и *Oscillatoria*.

Сакситоксины являются нейротоксическими алкалоидами, которые известны как яды, парализующие моллюсков. Цианобактерии экскретируют сакситоксины в воду. Это полярные компоненты, растворимые в воде и спиртах, но нерастворимые в органических растворителях, устойчивы к кислым средам и к высокой температуре.

Анатоксины. Анатоксин-а и гомоанатоксин-а являются вторичными аминами. Они проявляют свойства постсинаптических деполяризующих нейромышечных блокирующих агентов.

Нейротоксины синезеленых водорослей блокируют нейротрансмиссию, а гепатотоксины являются ингибиторами серин/треонинспецифичных ферментов протеинфосфатаз. Цианобактерии также известны как продуценты противораковых, противовирусных и противогрибковых компонентов.

Ингибиторы протеазы. Пять классов протеазных ингибиторов было зарегистрировано в токсичных цианобактериях: микропептины, эругенозины, микрогинины, анабенопептины и микро-

веридины. Некоторые цианопептолины являются специфичными ингибиторами серин протеаз, включая эластазу, они используются при лечении такой болезни, как легочная эмфизема.

Сциптолины. Эти циклические дезипептиды с эластазной ингибиторной активностью выделены из цианобактерии *Scytonema hofman-bangii* [= *Scytonema hofmanii*]. Они существенно ингибируют свиную панкреатическую эластазу *in vitro*. *Lyngbya majuscula* – бентосная нитчатая морская синезеленая водоросль коралловых рифов оказывает токсический эффект на кожу, глаза и легкие (дыхание) человека (Osborne et al., 2001) из-за нахождения в ней таких токсинов, как лингбиатоксин-А и дебромоаплайзотоксин. Токсины *L. majuscula*, выделяясь в воду, могут отрицательно воздействовать на экосистему коралловых рифов, угнетая рост склерактиниевых кораллов (Titlyanov et al., 2005, 2007). Показано, что основной липидный компонент цианобактерии *L. majuscula* – курацин-А – является потенциальным ингибитором митоза и клеточного роста (Verdier-Pinard et al., 1998). Курацин-А был токсичен для креветок, проявляя антипролиферативную активность (Gerwick et al., 1994). Из пресноводной *Lyngbya* sp. был выделен пахайокоolid-А – циклический полипептид-поликетид, который ингибировал рост раковых клеток. Эти цианобактерии синтезируют цитотоксичные компоненты, такие как антилатоксин, эплайзотоксин, дибромозаплайзотоксин и лингбиатоксин А, В, С. Барбамид из *L. majuscula* известен как моллюскицидал, имеет комплексную структуру, включающую кольцо тиазола и трихлорометильную группу (Berry et al., 2004).



Нгуен Суан Хоа. Сбор материала, март 2006 г.



Фам Ван Хуэн проверяет качество каппафикаса, выращенного на плантациях в зал. Шон Хай, март 2006г.



Проф. Нгуен Хыу Зинь за работой.
Вьетнам, январь 2002 г.



Водитель Бинь – активный помощник в сборе материала. Вьетнам, апрель 2009 г.

ГЛАВА 3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

Водоросли традиционно используются в пищу у народов, живущих на побережье как южных, так и северных стран, и особенно стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Если раньше водоросли для еды собирали только из естественных зарослей, то сейчас их выращивают на подводных плантациях. Собранные или выращенные водоросли поступают на рынок в свежем, сушеном и соленом виде, а также в специально обработанном виде, как, например, прессованные тонкие пластины из порфиры, моностроны или ульвы. В странах АТР на рынках часто продают готовые блюда и напитки из водорослей. Водоросли называют «овощами из моря» (Arasaki, Arasaki, 1983), что очень правильно отражает их значение в питании человека.

В последние годы широкое применение находят биологически активные пищевые добавки (БАД), содержащие водоросли или экстракты из них. БАДы применяют для улучшения пищеварения, для повышения иммунитета, как добавку к пище, содержащую необходимые микроэлементы и антиоксиданты.

Морские растения традиционно применяются в народной медицине азиатских стран для лечения и профилактики многих заболеваний. В последнее время в западных странах водоросли все чаще используются в медицине как для наружного, так и для внутреннего применения. Препараты из морских растений используются как косметические средства, улучшающие состояние кожи, а также защищающие ее от внешних воздействий. Разрабатываются препараты для профилактики раковых заболеваний, предотвращения и лечения вирусных и бактериальных инфекций, укрепления иммунитета. Гели из водорослей совершенно незаменимы при лечении желудочно-кишечных заболеваний. Трудно представить выведение из организма человека тяжелых металлов, в том числе радиоактивных, без применения препаратов из бурых водорослей, содержащих альгинаты.

Следующая, не менее важная, область применения водорослей – это получение из них фикоколлоидов (полисахаридов), образующих при соединении с водой гели различной плотности. Эти полисахариды широко используются в различных областях производства, от пищевой промышленности до машиностроения.

Морские растения находят широкое применение в сельском хозяйстве и в марикультуре. Прежде всего они являются превосходным органическим удобрением, содержащим большое количество азота, фосфора, калия и микроэлементов. Из водорослей готовят настои и экстракты, содержащие растительные гормоны, способствующие быстрому прорастанию семян и росту растений. В некоторых прибрежных странах водоросли добавляют в корм скоту.

В последнее время макрофиты нашли широкое применение в марикультуре, где они используются как корм для рыб и беспозвоночных животных. Так, широко культивируемый в Австралии, Новой Зеландии, Мексике, Китае и других странах моллюск морское ушко, или абалоне (*abalone*), питается разными видами водорослей на разных стадиях своего развития.

В поликультуре с беспозвоночными и рыбами водоросли и морские травы применяются для очистки воды от органических и неорганических веществ, загрязняющих воду, а также служат кормом и убежищем для культивируемых животных. Применяются водоросли и для очистки вод, загрязненных стоками больших городов, органическими веществами и тяжелыми металлами.

В представленной ниже таблице приведены данные о характере использования, способах добычи, методах культивирования, импорте и экспорте 360 полезных видов морских растений (из 134 родов) в 60 странах мира.

ТАБЛИЦА 3. Использование морских растений в странах мира

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
Зеленые водоросли (CHLOROPHYTA)				
<i>Acetabularia</i> spp.	+	–	М: народная медицина	Филиппины
<i>A. major</i>	+	–	М: лечение туберкулеза, слабительное	Индонезия
	+	–	М: лечение почечных болезней	Филиппины
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	+	–	М: антиоксидант	Мексика
<i>Bryopsis cupressoides</i>	+	–	К: диетическое питание	Израиль
<i>Capsosiphon</i> spp.	+	+	К: салаты, гарниры	Корея
<i>C. fulvenscens</i>	+	+	К: суп с устрицами	Корея
<i>Caulerpa</i> spp.	+	–	К: салаты	Индонезия
	+	–	К: салаты	Малайзия
	+	+	К: салаты; М: понижающее артериальное давление, лечение нервных заболеваний	Филиппины
	+	–	К: салаты; М: народная медицина	Острова Южной Пацифики
<i>C. brachypus</i>	+	–	К; М: противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины
<i>C. cupressoides</i>	+	–	М: антибактериальное	Индия
	+	–	К; М: противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины
<i>C. lentillifera</i>	+	+	К: салаты	Япония (Окинава)
	+	+	К: салаты; М: источник минералов, противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины
<i>C. macrophysa</i>	+	–	К: салаты	Филиппины
<i>C. peltata</i>	+	–	К: салаты; М: противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины
<i>C. racemosa</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Бангладеш
	+	–	М: антибактериальное	Индия
	+	–	К: салаты, гарниры	Индонезия
	+	–	К: салаты	Япония (Окинава)
	+	–	К: салаты; М: противогрибковое, источник витаминов, понижающее артериальное давление	Филиппины
	+	–	К: салаты	Таиланд
	+	–	К: готовят с овощами, гарниры	Вьетнам
<i>C. racemosa</i> var. <i>corynephora</i> [= <i>C. corynephora</i>]	+	–	К: салаты	Таиланд
<i>C. serrulata</i>	+	–	К; М: противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины
<i>C. sertularioides</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Бангладеш
	+	–	К: салаты; М: противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины
<i>C. taxifolia</i>	+	–	К: салаты; М: противогрибковое, понижающее артериальное давление	Филиппины

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Chaetomorpha</i> spp.	+	–	СХ: удобрение, компост	Италия
	+	–	СХ: удобрение	Португалия
<i>C. linum</i> [= <i>C. crassa</i>]	+	–	Для ловли рыбы (наживка)	Кения
	+	–	К: салаты, гарниры	Филиппины
<i>Cladophora</i> spp.	+	–	М: антибактериальное, антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>Codium</i> spp.	+	–	М: народная медицина	Аргентина
	+	+	К: салаты, рассолы	Япония
	+	+	К: салаты, гарниры	Корея
	+	–	К; М: антимикробное, противогрибковое, противоопухолевое	Филиппины
	+	–	СХ: удобрения	Португалия
	+	–	К: салаты, гарниры	Острова Южной Пацифики
	+	–	К: салаты, гарниры	США (Гавайи)
	+	–	М: антигельминтное	Вьетнам
<i>C. arabicum</i>	+	–	К; М: противогрибковое, противораковое	Филиппины
<i>C. bartlettii</i>	+	–	К: салаты; М: противогрибковое, противораковое	Филиппины
<i>C. edule</i>	+	–	К: салаты; М: противогрибковое, противораковое	Филиппины
<i>C. fragile</i>	+	+	К: салаты, гарниры; М: антивирусное, антигельминтное	Корея
<i>C. intricatum</i>	+	–	К: салаты	Филиппины
<i>C. taylorii</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Израиль
<i>C. tenue</i>	+	–	К: салаты, овощной суп; М: антигельминтное	Индонезия
<i>C. tomentosum</i>	+	–	К: салаты, овощной суп; М: антигельминтное	Индонезия
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	+	–	М: антибактериальное, антимикробное, противогрибковое	Филиппины
	+	–	Для ловли рыбы (как наживка)	Кения
<i>Halimeda</i> spp.	+	–	М: антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>H. discoidea</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Бангладеш
	+	–	М: антибактериальное	Филиппины
<i>H. macroloba</i>	+	–	СХ: регуляторы роста; М: антибактериальное	Филиппины
<i>Monostroma</i> spp.	+	+	К: салаты, супы; М: народная медицина	Корея
<i>M. grevillei</i>	+	+	К: приправы; М: способствующее долголетию	Корея
<i>M. nitidum</i>	+	+	К: супы, салаты	Китай
	+	+	К: мисо-суп, нори-джем	Япония
	+	+	К: салаты	Корея
	+	–	К; М: антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>Ulva</i> spp. [= <i>Enteromorpha</i> spp.]	+	–	К: салаты, гарниры	Аргентина
	+	–	К: наживка для ловли рыбы	Австралия
	+	–	К: салаты, гарниры	Бангладеш
	+	–	М: косметика	Бразилия
	+	–	К: добавляют в различные блюда	Китай
	+	–	СХ: удобрение; М: лечение зоба, кашля	Гавайи
	+	–	К: салаты, гарниры	Индия
	+	+	СХ: удобрение (компост)	Италия

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Ulva</i> spp. [= <i>Enteromorpha</i> spp.]	+	+	К: салаты, гарниры; М: противораковое	Япония
	+	–	К: салаты, гарниры	Кения
	+	–	СХ: удобрение	Корея
	+	–	К: салаты, гарниры	Малайзия
	+	–	К: салаты	Мьянма
	+	–	К: салаты, гарниры; М: источник микроэлементов	Филиппины
	+	–	СХ: удобрение	Португалия
	+	–	К: салаты, гарниры	США
<i>U. australis</i>	+	–	КЖ: пища для половозрелого морского ушка	Австралия
<i>U. clathrata</i> [= <i>Enteromorpha clathrata</i>]	–	+	К; КЖ	Бразилия
	+	–	К: салаты, гарниры; М	Япония (Рюкю)
	+	–	К: приправа к мясным блюдам	Корея
	+	–	К; КЖ; М: антибактериальное; СХ: удобрения	Филиппины
<i>U. compressa</i> [= <i>E. compressa</i>]	+	–	К: салаты, овощные супы; М: лечение зоба, кашля, бронхита, астмы, жаропонижающее	Индонезия
	+	–	К: салаты	Япония (Рюкю)
	+	+	К: приправы	Корея
	+	–	К; М: понижающее артериальное давление и содержание холестерина	Филиппины
	+	+	КЖ: корм для рыб (<i>Tilapia</i>)	Израиль
<i>Ulva fasciata</i>	+	–	К; М: антибактериальное, противогрибковое	Гавайи
	+	+	К; М: антибактериальное, противогрибковое	Индия
	+	+	К; М: антибактериальное, противогрибковое	Япония
	+	–	М: противогрибковое	Филиппины
<i>U. flexuosa</i> [= <i>E. flexuosa</i>]	+	+	К; М: противогрибковое	Индия
<i>U. intestinalis</i> [= <i>E. intestinalis</i>]	+	–	К: салаты, овощные супы; М: лечение зоба	Индонезия
	+	+	К: салаты	Япония (Окинава)
	+	–	К: салаты	Корея
	+	–	КЖ: корм для рыб; К; М: источник витаминов	Филиппины
<i>U. lactuca</i>	+	–	М: антибактериальное	Индия
	+	–	К: салаты, овощные супы; М: жаропонижающее, лечение мочеполовых органов, водянки, насморка, ожогов	Индонезия
	+	+	КЖ: корм для рыб (<i>Tilapia</i>)	Израиль
	+	–	К; М: антигельминтное	Филиппины
	+	+	КЖ: пища для половозрелого абалоне	Южная Африка
	+	–	К: готовят с овощами; М: народная медицина	Вьетнам
	+	–	М: народная медицина	Китай
<i>U. linza</i> [= <i>E. linza</i>]	+	–	К: для приготовления пряностей	Китай
	+	+	М: противовирусное	Корея
	+	–	К: салаты, гарниры	Япония
<i>U. pertusa</i>	+	+	К: салаты, гарниры	Япония

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>U. pertusa</i>	+	–	М: антибактериальное, понижающее артериальное давление, источник витаминов	Филиппины
<i>U. prolifera</i> [= <i>E. prolifera</i>]	+	–	К: овощной суп; М: лечение респираторных заболеваний	Индонезия
	+	–	К: для приготовления пряностей	Гавайи
	+	+	К: приправы; М: противораковое	Япония (Окинава)
	+	+	К: овощные супы; М: лечение кашля, жаропонижающее	Корея
	+	–	К: приправы	Вьетнам
<i>U. reticulata</i>	+	–	К: готовят с овощами; М: народная медицина	Вьетнам
<i>Ulvella lens</i>	+	+	КЖ: корм для молодого абалоне	Чили, Австралия
<i>Valonia aegagropila</i>	+	–	М: противогрибковое	Филиппины
Бурые водоросли (HETEROKONTOPHYTA)				
<i>Adenocystis</i> spp.	+	–	ПФ: фукоидан	Аргентина
<i>A. utricularis</i>	+	–	ПФ: фукоидан	Аргентина
<i>Agarum clathratum</i> [= <i>Agarum cribrosum</i>]	+	–	К: слоевища с икрой сельди	Аляска
<i>Alaria</i> spp.	+	–	СХ: жидкий экстракт (удобрения)	Аляска
	+	–	КЖ: корм для крупного рогатого скота	Исландия
	+	–	К: слоевища с икрой сельди; КЖ; ПФ: альгинаты	Канада
	+	–	К: салаты, гарниры	Япония
<i>A. esculenta</i>	+	–	К: овощные супы; ПФ: альгинаты	Ирландия
	+	–	К: чай, приправы	Франция
	+	–	М: лечение заболеваний нервной системы	Шотландия
	+	–	ПФ: альгинаты	Япония
<i>A. marginata</i>	+	–	К: слоевища с икрой сельди	Канада
<i>Analipus japonicus</i> [= <i>Heterochordaria abietina</i>]	+	–	К: салаты, гарниры	Япония
	+	–	К: салаты, гарниры	Корея
<i>Arthrothamnus bifidus</i>	+	–	К: салаты, гарниры (из свежих и сушеных растений)	Дальний Восток России
	+	–	ПФ: альгинаты	Япония
<i>Ascophyllum nodosum</i>	+	–	М: косметика для тела, антибактериальное, лечение простуды, бронхита, астмы, укрепление иммунной системы; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Европа
	+	–	ПФ: альгинаты	Канада
	+	–	ПФ: альгинаты	Англия
	+	–	ПФ: альгинаты; СХ: удобрения; М: косметика для тела	Россия (Белое, Баренцево моря)
	+	–	К; М: косметические средства; ПФ: фукоидан; СХ: жидкие удобрения, стимуляторы роста	Франция
	+	–	КЖ: корм для крупнорогатого скота; СХ: жидкое удобрение, косметика	Ирландия
	+	–	ПФ: альгинаты	Исландия
	+	–	ПФ: альгинаты	Норвегия
	+	–	ПФ: альгинаты	Португалия
	+	–	СХ: удобрения; КЖ: корм для домашних птиц	США
	+	–	К; М: источник витаминов; ПФ: альгинаты	Филиппины

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Chorda filum</i>	+	–	ПФ: фукоиданы	Франция
	+	–	М: лечение заболеваний нервной системы	Шотландия
<i>Cladosiphon</i> spp.	+	+	К: салаты; М; ПФ: фукоиданы	Япония
<i>C. okamuranus</i>	+	+	К: салаты; ПФ: фукоиданы	Япония (Окинава)
<i>Colpomenia bullosa</i>	+	–	М: противовирусное	Япония
<i>C. sinuosa</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Филиппины
<i>Cystoseira</i> spp.	+	+	ПФ: альгинаты	Индия
		Э		
<i>C. barbata</i>	+	–	К: салаты, гарниры; М; ПФ: альгинаты	Египет
<i>C. crassipes</i>	+	–	М: антибактериальное	Япония
<i>Desmarestia</i> spp.	+	–	К: слоевища с икрой сельди	Северная Америка
<i>Dictyopteris</i> spp.	+	–	К: салаты, гарниры; М: сильное противогрибковое средство	Гавайи
	+	–	М: противораковое	Филиппины
<i>D. delicatula</i>	+	–	М: противогрибковое, антиоксидант	Индия
<i>Dictyota</i> spp.	+	–	М: противогрибковое, антибактериальное	Филиппины
<i>D. caribaea</i>	+	–	М: антитрипаносомная активность	Мексика
<i>D. dichotoma</i>	+	–	М: антитрипаносомная активность	Мексика
	+	–	К; М: источник витаминов	Филиппины
<i>D. mertensii</i> [= <i>D. dentata</i>]	+	–	М: антибактериальное, антимикробное, источник микро-элементов; ПФ: альгинаты	Филиппины
<i>Durvillaea</i> spp.	+	–	ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Южная Америка
	+	–	ПФ: альгинаты	Новая Зеландия
	+	–	ПФ: альгинаты	Австралия
<i>D. antarctica</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Аргентина
	+	–	К: салаты, гарниры	Чили
	–	–	ПФ: альгинаты	Япония
	И	–		
	+	–	СХ: удобрения, ростовые вещества	Новая Зеландия
<i>D. potatorum</i>	+	–	ПФ: альгинаты	Австралия
<i>Ecklonia</i> spp.	+	–	К: салаты; варят с соевым соусом	Австралия
	+	–	ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Корея
	+	–	М, АТ: добавляют в горячие ванны для лечения или предотвращения гипертонии	Япония
<i>E. cava</i>	+	–	К: варят с соевым соусом; ПФ: альгинаты; М: источник антиоксидантов	Япония
<i>E. maxima</i>	+	–	КЖ: корм для морского ушка; ПФ	Южная Африка
	–	–	ПФ: альгинаты	Япония
	И	–		
<i>E. radiata</i>	+	–	СХ: жидкое удобрение; КЖ: корм для скота и половозрелого абалоне	Австралия
<i>E. stolonifera</i>	+	–	К: салаты	Корея
<i>Egregia</i> sp.	+	–	ПФ: альгинаты	Мексика
<i>Eisenia</i> spp.	+	–	К: салаты, гарниры; ПФ: альгинаты; М; АТ: добавляют в горячие ванны; используют в гинекологии	Америка
	+	–	М: альготерапия	Япония
<i>E. bicyclis</i>	+	–	К; М: противодиабетическое и противоаллергическое, используют в гинекологии, косметика	Япония
<i>Endarachne binghamiae</i>	+	–	К: порошок (в качестве отдушки)	Япония

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Eualaria fistulosa</i> [= <i>Alaria fistulosa</i>]	+	–	К: слоевища с икрой сельди; СХ: экстракты, стимулирующие рост растений	Аляска
<i>Fucus</i> spp.	+	–	К: салаты; КЖ: корм скоту; СХ: удобрения для овощных растений	Япония
	+	–	СХ: удобрения; ПФ: альгинаты	Франция
	+	–	СХ: удобрения; М: косметика; ПФ: альгинаты	Ирландия
	+	–	СХ: удобрения	Португалия
	+	–	К: слоевища с икрой сельди; ПФ: альгинаты, СХ: удобрения	Аляска
	+	–	М: в косметике и альготерапии	Страны Европы
<i>F. distichus</i>	+	–	ПФ: альгинаты	Канада
<i>F. evanescens</i>	+	–	М: источник антиоксидантов; ПФ: фукоиданы	Япония
<i>F. gardneri</i>	+	–	К: салаты, гарниры; СХ: подкормка для лисьев	Аляска
<i>F. serratus</i>	+	–	СХ; К; ПФ: альгинаты	Франция
	+	–	СХ: жидкое удобрение; К: водорослевая мука; М: косметика; ПФ: альгинаты	Ирландия
<i>F. vesiculosus</i>	+	–	СХ: удобрения; М: косметика	Россия (Белое, Баренцево моря)
	+	–	ПФ: альгинаты	Канада
	+	–	К: напитки	Франция
	+	–	К: напитки	Португалия
	+	–	К: напитки; М: народная медицина, косметика	Испания
	+	–	М: лечение диареи, ожирения, диспепсии, колита, язвы	Великобритания
	+	–	М: лечение заболеваний нервной системы; СХ: жидкие удобрения; М: народная медицина; косметика; ПФ: альгинаты	Ирландия
	+	–	М: косметика, противощелюлитное	Южная Африка
<i>Himanthalia elongata</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Франция
	+	–	К: салаты, гарниры	Ирландия
<i>Hormophysa cuneiformis</i>	+	–	СХ: удобрения; К; ПФ: альгинаты; М: источник витаминов, антиоксидантов	Филиппины
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Бангладеш
	+	–	К: салаты; М: источник микроэлементов, витаминов; СХ: удобрения, стимуляторы роста	Филиппины
<i>Laminaria</i> spp.	+	–	К: слоевища с икрой сельди, салаты, супы, варят с соевым соусом, жарят в масле; ПФ: альгинаты; КЖ: корм для абалоне; СХ: удобрение; М: способствует долголетию, антибактериальное, противораковое косметика; ПФ: альгинаты	Аляска
	+	+	К: салаты, гарниры; ПФ: альгинаты	Китай
	+	+	К: широко используется в кулинарии	Япония
	+	+	К: салаты, гарниры	Корея
	+	–	СХ: удобрения	Португалия
	+	+	М: лечение диареи, ожирения, диспепсии, запора, язвы, кожных болезней	Европейские страны

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Laminaria</i> spp.	+	–	СХ: корм для крупного рогатого скота	Исландия
	+	+	К; КЖ; СХ: удобрения; М: косметика	Россия
<i>L. appressirhisa</i>	+	–	К: салаты, слоевища с икрой сельди	Дальний Восток России
<i>L. digitata</i>	+	–	КЖ; М: косметика; СХ: удобрения	Россия (Белое, Баренцево моря)
	+	–	ПФ: альгинаты	Канада
	+	–	ПФ: альгинаты	Англия
	+	–	М: при заболевании нервной системы	Шотландия
	+	–	К: салаты, супы; ПФ: альгинаты	Франция
	–	+(Э)	К: салаты	Германия
	+	+	К: салаты, гарниры	Корея
	+	–	М: антицеллюлитное	Южная Африка
<i>L. hyperborea</i>	+	–	К: салаты; ПФ: альгинаты	Англия
	+	–	К: салаты; ПФ: альгинаты	Франция
	+	–	ПФ: альгинаты	Ирландия
	+	–	К: салаты; ПФ: альгинаты	Норвегия
	+	–	ПФ: альгинаты	Испания
<i>L. ochroleuca</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Испания
<i>L. pallida</i>	+	–	КЖ: корм для абалоне; ПФ: альгинаты	Южная Африка
<i>L. setchellii</i>	+	–	К: слоевища с икрой сельди; М: противораковое	Канада
<i>L. solidungula</i>	+	–	ПФ: альгинаты	Канада
<i>L. yezoensis</i>	+	–	К: салаты; СХ: удобрения	Дальний Восток России
<i>Lessonia</i> spp.	+	–	ПФ: альгинаты	Перу
	+	–	ПФ: альгинаты	Чили
	+	–	ПФ: альгинаты	Ю. Америка
<i>L. nigrescens</i>	+	–	ПФ: альгинаты	Чили
	+	–	ПФ: альгинаты	Перу
	+	–	КЖ: корм для половозрелого абалоне; М: противораковое	Япония
<i>L. trabeculata</i>	+	+(Э)	КЖ: корм для половозрелого абалоне; ПФ: альгинаты	Чили
<i>Lobophora variegata</i>	+	–	М: антигрибковая, антиоксидантная активности	Мексика
<i>Macrocystis</i> spp.	+	–	М: лечение диареи, запора, ожирения, кожных заболеваний	Северная Америка
	+	–	ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Южная Америка
	+	–	КЖ: корм для абалоне	Южная Африка
	+	–	КЖ: корм для абалоне	Австралия
<i>M. angustifolia</i>	+	–	КЖ: корм для половозрелого абалоне	Австралия
<i>M. integrifolia</i>	+	–	К: салаты, гарниры	Аляска
	+	–	СХ: удобрения; К: слоевища с икрой сельди	Канада
	+	–	ПФ: альгинаты	Перу
<i>M. leutkeana</i>	+	–	ПФ: альгинаты	США
<i>M. pyrifera</i>	+	+(Э)	К: салаты, гарниры	Аляска
	+	–	ПФ: альгинаты	США
	+	–	СХ; ПФ: альгинаты	Аргентина
	+	+(Э)	КЖ: корм для абалоне	Австралия
	+	–	КЖ: корм для абалоне	Чили
	+	–	ПФ: альгинаты	Мексика
	+	–	КЖ: корм для абалоне	Перу

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>M. leutkeana</i> <i>M. pyrifera</i>	+	-	К: порошок и в соленом виде; КЖ: корм для абалоне; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Новая Зеландия
<i>Nemacystus</i> spp.	+	-	К: возбуждающее аппетит, в пищу в свежем виде; М: народная медицина	Северо-Восточная Азия
<i>N. decipiens</i>	+	+	К; М: противораковое; ПФ: фукоидан	Япония
<i>Nereocystis</i> spp.	+	-	М: лечение заболеваний нервной системы	Северная Америка
	+	-	К: употребляют с соевым соусом и уксусом	С-В Азия
	+	-	М: лечение кожных заболеваний; ПФ: альгинаты	Европейские страны
<i>N. luetkeana</i>	+	-	ПФ: альгинаты	США
	+	+(Э)	СХ: стимуляторы роста	Аляска
	+	-	СХ: стимуляторы роста	Канада
<i>Padina australis</i>	+	-	К; ПФ: альгиновая кислота	Филиппины
<i>Pelvetia</i> spp.	+	-	К: в качестве приправы	Канада
<i>Postelsia palmaeformis</i>	+	-	ПФ: альгинаты	США
<i>Pseudolessonia laminarioides</i> [= <i>Lessonia laminarioides</i>]	+	-	К: салаты, гарниры; К	Дальний Восток России
<i>Saccharina angustata</i> [= <i>Laminaria angustata</i>]	+	-	К: салаты, гарниры; ПФ: альгинаты	Япония
	+	-	К: салаты, гарниры	Дальний Восток России
<i>S. bongardiana</i> [= <i>L. bongardiana</i>]	+	-	К: салаты; СХ: удобрения	Дальний Восток России
<i>S. cichorioides</i> [= <i>L. cichorioides</i>]	+	-	М: антиоксиданты	Япония
<i>S. dentigera</i> [= <i>L. dentigera</i>]	+	-	К: салаты; СХ: удобрения	Дальний Восток России
<i>S. groenlandica</i> [= <i>L. groenlandica</i>]	+	-	К: салаты, супы	Канада
<i>S. japonica</i> [= <i>L. japonica</i>]	+	+	К: салаты, гарниры; ПФ: альгинаты	Китай
	+	+	К: салаты, гарниры, супы, солянки мясные и рыбные	Дальний Восток России
	+	+	К: салаты, супы; ПФ: альгинаты; КЖ: корм для морского ушка	Корея
	+	+	К: широкое применение в кулинарии; М: противораковое	Япония
<i>S. kurilensis</i> [= <i>Cymathaere japonica</i>]	+	-	К: салаты, гарниры	Дальний Восток России
<i>S. latissima</i> [= <i>Laminaria saccharina</i>]	+	-	ПФ: альгинаты	Англия
	+	-	К: приправы	Франция
		+(Э)	ПФ: альгинаты; КП	Германия
	+	-	ПФ: альгинаты	Япония
<i>S. longicuris</i> [= <i>L. longicuris</i>]	+	-	ПФ: альгинаты	Канада
<i>S. longipes</i> [= <i>Laminaria longipes</i>]	+	-	К: салаты, гарниры; СХ: удобрения	Дальний Восток России
<i>S. religiosa</i> [= <i>L. religiosa</i>]	+	-	К: салаты, гарниры	Япония
	+	-	К: салаты, гарниры	Корея
<i>Saccorhiza polyschides</i>	+	-	К: приправы	С. Америка
	+	-	ПФ: альгинаты	Европа
<i>Sargassum</i> spp.	+	-	К: салаты, овощные супы, лечебные чаи; М: антибактериальное, антигрибковое, противораковое, глистогонное, лечение дефицита йода в организме; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Страны северного полушария

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Sargassum</i> spp.	+	-	К: салаты, гарниры	Бангладеш
	+	-	ПФ: альгинаты	Бразилия
	+	-	М: народная медицина	Гавайи
	+	+(Э)	ПФ: альгинаты	Индия
	+	-	К; М; ПФ: альгинаты	Индонезия
	+	-	К: гарниры, супы, чай	Япония
	+	-	К: супы, чай	Корея
	+	-	ПФ: альгинаты	Китай
	+	-	К: салаты	Малайзия
	+	-	К: салаты; М: антибактериальные чаи, лечение зоба, противогрибковое, противораковое; ПФ: альгинаты	Мьянма
	+	-	М: источник микроэлементов, применяется при отравлении тяжелыми металлами	Филиппины
	+	-	К: гарниры, супы, чай; КЖ: корм для крупного рогатого скота, свиней и домашней птицы; М: антибактериальное, противораковое, лечение зоба; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. aquifolium</i> [= <i>S. binderi</i> , <i>S. crassifolium</i>]	+	-	К: овощные супы, сладкие желе; М: лечение мочеполовых болезней, зоба; косметика; ПФ: альгинаты	Индонезия
	+	-	СХ; К; ПФ: альгинаты	Вьетнам
	+	-	К; М: народная медицина	Таиланд
	+	-	К; КЖ; М: противораковое, антибактериальное, лечение зоба, источник витаминов и антиоксидантов; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Филиппины
<i>S. carpophyllum</i>	+	-	СХ; К; ПФ: альгинаты	Вьетнам
<i>S. cinctum</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
<i>S. confusum</i>	+	-	М: антигельминтное	Япония
<i>S. denticarpum</i>	+	-	К; М; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. feldmannii</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
<i>S. filipendula</i>	+	-	М: источник витаминов, минералов и растительных волокон	Египет
<i>S. fulvellum</i>	+	-	К: супы, чай; М: антисклеротическое, противодиабетическое, противогипертоническое, косметика	Корея
	+	-	М: противораковое; ПФ: альгинаты	Япония
	+	-	М: источник витаминов	Филиппины
<i>S. fusiforme</i> [= <i>Hizikia fusiformis</i>]	-	+	К: приправы	Китай
	+	+	К: варят с соевым соусом; М: противораковое и противодиабетическое	Япония
	+	+	К: гарниры, супы, чай	Корея
<i>S. glaucescens</i>	+	-	К; ПФ; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. graminifolium</i>	+	-	К; ПФ; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. hemiphyllum</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
<i>S. henslowianum</i>	+	-	К; ПФ; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. herporhizum</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Мексика
<i>S. horneri</i>	+	-	К: приправы	Корея

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>S. ilicifolium</i> [= <i>S. cristaefolium</i> , <i>S. duplicatum</i>]	+	-	СХ; К; М; ПФ: альгинаты	Вьетнам
	+	-	ПФ: альгинаты; К; КЖ; М; СХ	Индия
	+	-	К; КЖ; М; ПФ; СХ: регуляторы роста (см. <i>S. aquiiifolium</i>)	Филиппины
<i>S. johnsonii</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Мексика
<i>S. lapazeanum</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Мексика
<i>S. macrocarpum</i>	+	-	М: антинейротрофический эффект	Япония
<i>S. mcClurei</i>	+	-	К; М; ПФ; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. miyabei</i> [= <i>S. kjellmanianum</i>]	+	-	М: источник антиоксидантов; ПФ: альгинаты	Китай
	+	-	М: противораковое	Япония
<i>S. oligocystum</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
	+	-	К: гарниры, чай	Таиланд
	+	-	К; М; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. pallidum</i>	+	-	К: салаты; СХ: удобрения	Россия (Сахалин)
	+	-	К: в свежем или жареном (как овощи); М: антибактериальное, антиоксидантное, мочегонное, противогрибковое, лечение зоба и туберкулеза кожи; источник йода	Китай
	+	-	К: в свежем или жареном виде; ПФ: альгинаты	Япония
<i>S. paniculatum</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
<i>S. polycystum</i> [= <i>S. myriocystum</i>]	+	-	К: лечебный чай; М: народная медицина	Таиланд
	+	-	К: овощные супы, сладкие желе; М: антиоксидант, лечение мочеполовых болезней, зоба, кометика; ПФ: альгинаты	Индонезия
	+	-	К: чай; М; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Вьетнам
	+	-	ПФ: альгинаты	Индия
<i>S. quinhonense</i>	+	-	К: чай; М: народная медицина; СХ: удобрения	Вьетнам
	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
<i>S. ringgoldianum</i>	+	-	М: противораковое	Япония
<i>S. siliquosum</i>	+	-	К: сладкие желе, салаты; М: лечение зоба, жаропонижающее; ПФ: альгинаты	Индонезия
	+	-	К; М (см. <i>S. crassifolium</i>); КЖ; СХ: удобрения	Филиппины
	+	-	К; ПФ; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. sinicola</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Мексика
<i>S. stenophyllum</i>	+	-	М: антиоксидант	Индия
<i>S. swartzii</i> [= <i>S. wightii</i>]	+	-	К; М; СХ: удобрения	Вьетнам
	+	-	ПФ: альгинаты	Индия
<i>S. tenerrimum</i>	+	-	М: антибактериальное	Индия
<i>S. thunbergii</i>	+	-	М: антигельминтное	Япония
<i>S. vachellianum</i>	+	-	К; ПФ; СХ: удобрения	Вьетнам
<i>S. vulgare</i>	+	-	М: антигельминтное	Филиппины
	+	-	М: лечение заболеваний нервной системы	Шотландия
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+	-	К: приправы, гарниры; М: противовирусное, противораковое	Япония
	+	-	К: приправы, гарниры	Корея
<i>Silvetia siliquosa</i> [= <i>Pelvetia siliquosa</i>]	+	-	К: приправы	Корея

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Spatoglossum asperum</i>	+	-	М: противогрибковое	Индия
<i>Stoechospermum polypodioides</i> [= <i>S. marginatum</i>]	+	-	М: антибактериальное, противовирусное, противораковое; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Индия
<i>Turbinaria</i> spp.	+	-	ПФ: альгинаты	Индия
	+	-	М: репеллент	Мьянма
	+	-	ПФ: альгинаты	Филиппины
	+	-	СХ: удобрения	Вьетнам
<i>T. conoides</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Индия
	+	-	К; М: источник микроэлементов и витаминов; СХ: удобрения; ПФ: альгинаты	Филиппины
	+	-	М: антибактериальное; антиоксидант	Таиланд
<i>T. decurrens</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Индия
	+	-	К; М: репеллент; ПФ: источник альгиновой кислоты; СХ: удобрения	Филиппины
<i>T. ornata</i>	+	-	ПФ: альгинаты	Индия
	+	-	К; М: репеллент, источник витаминов; антиоксидантов; ПФ: альгинаты; СХ: удобрения	Филиппины
<i>T. turbinata</i>	+	-	М: противовирусное	Мексика
<i>Undaria pinnatifida</i>	+	+	К: варят, солят, сушат	Франция
	+	+	К: супы, варят с соевым соусом, жарят в масле; М: противовирусное, антибактериальное, противодиабетическое, используют в народной медицине; ПФ: фукоидан	Япония
	+	+	К: салаты, гарниры, супы; М: народная медицина	Корея
	-	+	К: салаты, гарниры, супы	Китай
	+	-	К: салаты	Австралия
<i>Undariopsis petersiana</i> [= <i>Laminaria peterseniana</i> , <i>Undariella petersenia</i>]	+	-	К: салаты, гарниры	Япония
	+	-	К: супы	Корея
<i>Zonaria crenata</i>	+	-	М: антибактериальное	Индия
<i>Z. subarticulata</i>	+	-	М: антибактериальное	Южная Африка
Красные водоросли (RHODOPHYTA)				
<i>Acanthopeltis</i> spp.	+	-	К: желе; ПФ: агар	Корея
<i>A. japonica</i>	+	-	К: желе; ПФ: агар	Япония
<i>Acanthophora muscoides</i>	+	-	К: желе; ПФ: агар; СХ: регуляторы роста	Филиппины
<i>A. spicifera</i>	+	-	К: желе; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	ПФ: агар	Вьетнам
<i>Agardhiella subulata</i> [= <i>Neogardhiella baileyi</i>]	+	+	ПФ: каррагинан	Бразилия
	+	+(Э)	ПФ: каррагинан	Флорида
	+	-	ПФ: каррагинан	Мексика
<i>Agardhiella</i> sp.	+	-	ПФ: каррагинан	Мексика
<i>Ahnfeltia</i> spp.	+	-	К: салаты, гарниры; ПФ: агар	Северо-Восточная Азия, Россия
<i>Ahnfeltia plicata</i>	+	-	ПФ: агар	Чили
	+	-	К: желе; М: бактериологический агар	Япония
	+	-	ПФ: агар	Россия
<i>A. tobuchiensis</i>	+	-	М: антибактериальное; ПФ: бактериологический агар	Дальний Восток России
<i>Ahnfeltiopsis</i> spp.	+	-	М: антигельминтное	Вьетнам

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>A. flabelliformis</i>	+	-	ПФ: каррагинан	Южная Америка
<i>A. furcellata</i> [= <i>Gymnogongrus furcellatus</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Alsidium helminthochorton</i>	+	-	М: антигельминтное	Европа
<i>Amansia glomerata</i>	+	-	М: антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>Amphiroa beauvoisii</i> [= <i>A. zonata</i>]	+	-	М: антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	+	-	К: салаты, супы	Гавайи
	+	-	К: салаты, супы	Япония
	+	-	К; КЖ; М: антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>Betaphycus gelatinum</i> [= <i>Eucheuma gelatinae</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Китай
	+	-	К: овощной суп на кокосовом молоке; М: антигельминтное	Индонезия
	+	-	К: салаты; М: противораковое	Япония
	+	-	К; М: антигельминтное; ПФ: каррагинан	Филиппины
	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Вьетнам
<i>B. philippinensis</i>	+	+	ПФ: каррагинан	Филиппины
<i>Bostrychia tenella</i>	+	-	М: антитрипаносомная активность	Мексика
	+	-	К: супы, гарниры	Филиппины
<i>Bryothamnion triquetrum</i>	+	+	К: приправы	Страны Карибского побережья
<i>Caloglossa</i> spp.	+	-	М: лечение зоба, мочеполовой системы и водянки	Индонезия
	+	-	М: антигельминтное	Вьетнам
<i>C. bengalensis</i> [= <i>C. adnata</i>]	+	-	К: салаты, овощные супы; М: антигельминтное, народная медицина	Индонезия
<i>C. lepreurii</i>	+	-	М: лечение зоба, мочеполовой системы и водянки	Индонезия
	+	-	М: антигельминтное	Вьетнам
<i>Callophyllis variegata</i>	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Campylaephora hypnaeoides</i>	+	-	К: супы, гарниры, желе; ПФ: агар	Япония
<i>Catenella</i> spp.	+	+(Э)	К: едят сырыми или жарят в кунжутном масле со специями	Мьянма
<i>C. nipae</i>	+	+(Э)	К: салаты, жарят в кунжутном масле со специями	Юго-Восточная Азия, Мьянма
<i>Centroceras clavulatum</i>	+	-	М: антибактериальное, противогрибковое	Индия
<i>Ceramium</i> spp.	+	-	М: антимикробное, противогрибковое	Филиппины
<i>C. kondoi</i>	+	-	К: желе	Япония
<i>Champia parvula</i>	+	-	М: антибактериальное, противогрибковое	Индия
<i>C. salicornioides</i>	+	-	М: антитрипаносомная активность	Мексика
<i>Chondracanthus</i> spp.	+	-	К: гарниры, желе; ПФ: каррагинан	Чили
<i>Ch. acicularis</i> [= <i>Gigartina acicularis</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Испания
<i>Ch. chamissoi</i> [= <i>Gigartina chamissoi</i>]	+	-	К: готовят с рыбой и моллюсками	Перу
	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Ch. canaliculatus</i> [= <i>Gigartina canaliculata</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Мексика
	+	+(Э)	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Ch. intermedius</i> [= <i>Gigartina intermedia</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Вьетнам

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Chondria armata</i>	+	-	М: антигельминтное	Япония
	+	-	К: приправы; М: сильное антибактериальное, антигельминтное, противогрибковое	Филиппины
<i>Ch. baileyana</i>	+	-	М: источник антиоксидантов	Мексика
<i>Ch. crassicaulis</i>	+	-	К: М: народная медицина	Корея
<i>Chondrophycus cartilagineus</i> [= <i>Laurencia cartilaginea</i>]	+	-	К: салаты; М: антибактериальное, анти-микробное, противогрибковое; ПФ: агар	Филиппины
<i>Chondrus</i> spp.	+	-	К: салаты, супы; ПФ: каррагинан	Япония
	+	-	СХ: удобрения	Португалия
<i>Ch. armatus</i>	+	-	К; М: антибактериальное	Япония, Корея
<i>Ch. crispus</i>	+	-	ПФ: каррагинан	Канада
	+	-	ПФ: каррагинан	Англия
	+	-	К: соления	Франция
	+	-	М: лечение респираторных заболеваний; ПФ: каррагинан	Ирландия
	+	-	ПФ: каррагинан	Португалия
	+	-	ПФ: каррагинан	Испания
	+	-	К: салаты; ПФ: каррагинан	США
	+	-	КС: антицеллюлитное	Южная Африка
<i>Ch. ocellatus</i>	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	К: салаты, гарниры	Корея
<i>Corallina</i> spp.	+	-	М: антибактериальное, противогрибковое	Филиппины
<i>C. officinalis</i>	+	-	М: антигельминтное	Франция
<i>Dermonema</i> spp.	+	-	М антигельминтное	Вьетнам
<i>D. virens</i> [= <i>D. dichotomum</i>]	+	-	К: едят сырыми или готовят с овощами	Вьетнам
<i>Dichotomaria marginata</i> [= <i>Galaxaura marginata</i>]	+	-	М: антибактериальное	Тайвань
<i>Digenea simplex</i>	+	-	М: антигельминтное	Египет
	+	-	К: салаты, гарниры; М: антигельминтное; ПФ: агар	Япония
	+	-	М: антигельминтное, слабительное; ПФ агар	Филиппины
	+	-	М: слабительное	Индонезия
<i>Dilsea</i> spp.	+	-	М: источник антикоагулянтов	Северная Америка
<i>Dumontia</i> spp.	+	-	М: лечение генитального герпеса	Филиппины
<i>Eucheuma</i> spp.	+	+	К; М: народная медицина; ПФ: каррагинан	Индонезия
	+	+	К: салаты, супы; ПФ: каррагинан	Япония
	-	+	ПФ: каррагинан	Малайзия
	-	+	К: желе; М: лечение рака, язвы, головной боли, зоба, кашля, астмы и бронхита; ПФ: каррагинан	Филиппины
	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	острова Южной Пацифики
	+	+	К: салаты, желе; ПФ: каррагинан	Вьетнам
<i>E. arnoldii</i>	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Филиппины
	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Вьетнам
<i>E. cartilagineum</i>	+	-	К: салаты, желе	Япония

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>E. denticulatum</i> [= <i>E. muricatum</i> , <i>E. spinosum</i>]	– И	–	ПФ: каррагинан	Франция
	+	–	К: сладкие желе; М: лечение зоба, кашля, астмы и бронхита; ПФ: каррагинан	Индонезия
	+	+	ПФ: каррагинан	Мадагаскар
	+	–	К; ПФ: йота-каррагинан	Филиппины
	+	–	ПФ: каррагинан	Танзания
<i>E. isiforme</i>	+	–	К: салаты, желе	Карибские острова
<i>E. serrata</i>	+	–	М: противораковое	Япония
	+	–	М: антибактериальное	Тайвань
<i>E. uncinatum</i>	+	–	ПФ: каррагинан	Мексика
<i>Furcellaria fastigiata</i>	ИВ	–	ПФ: фулцелларин	Дания
	+	–	ПФ: фулцелларин	Канада
<i>F. lumbricalis</i>	+	–	ПФ: фулцелларин	страны Балтики
	+	–	ПФ: фулцелларин	Канада
<i>Gelidiella</i> spp.	+	–	К: муссы, пудинги; ПФ: агар	Южная Азия
<i>G. acerosa</i>	+	+(Э)	М: антибактериальное, противогрибковое; ПФ: агар	Индия
	+	–	К: салаты, желе; ПФ: агар	Филиппины
	+	–	К: желе; ПФ: агар	Вьетнам
<i>Gelidium</i> spp.	+	–	К; М: народная медицина; ПФ: агар	Индонезия
	+	–	К: сладкие желе, салаты; М: антибактериальное, противовирусное, противогрибковое	Филиппины
	+	+	ПФ: агар высокого качества	Япония
	+	–	ПФ: агар	Тайвань
	+	–	М: лечение желудка	Корея
	+	–	М: антибиотическое, антимикробное, противогрибковое; СХ: удобрения	Португалия
	+	–	ПФ: агар	Франция
	+	–	ПФ: агар	Испания
	+	–	ПФ: агар	Южная Африка
	+	–	ПФ: агар	Чили
	+	–	ПФ: агар	Мексика
	+	–	ПФ: агар	США
<i>G. abbottiorum</i>	+	–	ПФ: агар	Южная Африка
<i>G. amansii</i>	+	+	К: салаты, желе; ПФ: агар	Китай, Тайвань
	+	–	ПФ: агар	Япония
	+	–	К: салаты, супы, желе	Корея
	+	–	К: сладкое желе с кокосовым молоком; М: лечение желудка; ПФ: агар	Индонезия
<i>G. chilense</i>	+	–	ПФ: агар	Чили
<i>G. corneum</i> [= <i>G. sesquipedale</i>]	+	–	ПФ: агар	Франция
	+	–	ПФ: агар	Марокко
	+	–	ПФ: агар	Португалия
	+	–	ПФ: агар	Испания
<i>G. crinale</i>	+	–	ПФ: агар	Перу
<i>G. howei</i>	+	–	ПФ: агар	Перу
<i>G. japonicum</i>	+	–	К: салаты, желе; ПФ: агар	Япония

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>G. lingulatum</i>	+	-	ПФ: агар	Чили
<i>G. madagascariense</i>	+	-	ПФ: агар	Мадагаскар
<i>G. pacificum</i>	+	-	ПФ: агар	Китай
	+	-	К: салаты, желе; ПФ: агар	Япония
<i>G. pristoides</i>	+	-	ПФ: агар	Южная Африка
<i>G. pulchellum</i>	+	-	ПФ: агар	Португалия
<i>G. pusillum</i>	+	-	К: салаты, супы, желе	Бангладеш
	+	-	К: салаты, супы, желе; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	ПФ: агар	Португалия
<i>G. rex</i>	+	-	ПФ: агар	Чили
<i>G. robustum</i>	+	-	ПФ: агар	Мексика
<i>G. spinosum</i> [= <i>G. latifolium</i>]	+	-	К: сладкие желе; М: лечение желудка	Индонезия
	+	-	ПФ: агар	Испания
	+	-	ПФ: агар	Португалия
<i>Gigartina</i> spp.	+	+	К: салаты, супы, желе	Америка
	+	-	ПФ: каррагинан	Аргентина
	+	+(Э)	КЖ: корм для абалоне	Новая Зеландия
	- И	-	ПФ: каррагинан	Япония
<i>G. atropurpurea</i>	+	+(Э)	ПФ: каррагинан	Новая Зеландия
<i>G. gelatinosa</i>	+	-	М: антибактериальное, противогрибковое	Филиппины
<i>G. skottsbergii</i>	+	-	ПФ: каррагинан	Аргентина
	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Gloiopeltis</i> spp.	+	-	К: супы, гарниры, приправы	Япония
	+	-	ПФ: фуноран	Китай
	+	-	М: противораковое	Корея
	+	-	К: готовят с овощами; М: противораковое	Вьетнам
<i>G. complanata</i>	+	-	К; М; ПФ: фуноран	Япония
<i>G. furcata</i>	+	-	К; М; ПФ: фуноран	Япония
	+	-	К: супы	Корея
<i>G. tenax</i>	+	-	К: супы	Япония
	+	-	К: салаты, супы; М; ПФ: фуноран	Корея
	+	-	М: народная медицина; источник витаминов	Филиппины
<i>Gracilaria</i> spp.	+	-	ПФ: агар	Аргентина
	+	-	Наживка в рыболовстве	Австралия
	+	-	ПФ: агар	Бразилия
	+	-	К: салаты, овощные супы, сладкие желе; КЖ: корм для абалоне	Гавайи
	+	-	К; М: народная медицина; ПФ: агар	Индонезия
	+	-	ПФ: агар; СХ: удобрения	Италия
	+	+	К: салаты, желе; ПФ: агар	Япония
	+	-	М: лечение дизентерии, диареи, почек	Мьянма
	+	+(Э)	М: лечение зоба и мочеполовых болезней; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	ПФ: агар	Перу
	+	-	СХ: удобрения	Португалия
	+	-	КЖ: корм для половозрелого абалоне	Южная Африка
	+	-	К: салаты, желе	острова Южной Пацифики
	+	-	К: салаты, желе; М: слабительное; ПФ: агар	Вьетнам

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>G. aculeata</i>	+	+(Э)	КЖ: корм для абалоне	Южная Африка
<i>G. arcuata</i>		+(Э)	ПФ: агар	Гуам
	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	К: желе; КЖ; ПФ: агар; СХ: удобрения, регуляторы роста	Филиппины
<i>G. blodgettii</i>	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	К: салаты, желе; М: лечение желудочных болезней, слабительное; ПФ: агар	Филиппины
<i>G. bursa-pastoris</i>	+	-	К: салаты	Япония
<i>G. canaliculata</i> [= <i>G. crassa</i>]	+	+(Э)	ПФ: агар	Мьянма
<i>G. cervicornis</i>	+	+	КЖ: для креветок	Бразилия
<i>G. changii</i>	+	-	К: салаты, желе	Таиланд
	+	+	К: салаты; ПФ: агар	Малайзия
<i>G. chilensis</i>	+	+	КЖ: корм для абалоне; ПФ: агар	Новая Зеландия
	+	+	ПФ: агар	Чили
<i>G. chorda</i>	+	+(Э)	ПФ: агар	Корея
<i>G. coronopifolia</i>	+	-	К: салаты	Гавайи
	+	-	К; М: источник витаминов и микроэлементов; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	К: салаты, гарниры; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. corticata</i>	+	-	М: антибактериальное, противогрибковое	Индия
<i>G. dendroides</i>	+	-	СХ: удобрения; ПФ: агар	Италия
<i>G. domingensis</i>	+	-	ПФ: агар	Бразилия
	+	-	К: салаты	Карибские острова
<i>G. firma</i>	+	+	ПФ: агар	Филиппины
	+	-	К: салаты; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. foliifera</i>	+	-	К: салаты, гарниры; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. gigas</i>	+	-	К; М: лечение желудка, слабительное; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	К; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. gracilis</i> [= <i>G. confervoides</i> , <i>G. verrucosa</i>]	+	+	ПФ: агар	Аргентина
	+	-	К; ПФ: агар	Гавайи
	-	+	К: салаты, овощные супы, сладкие желе; М: лечение зоба, желудочно-кишечного тракта, мочеполовых болезней; ПФ: агар	Индонезия
	+	-	ПФ: агар	Италия
	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	К: салаты	Корея
	+	+(Э)	ПФ: агар	Намибия
	+	-	К; КЖ: корм для рыб; М: источник белка и витаминов; ПФ: агар	Филиппины
	+	+	КЖ: корм для абалоне; ПФ: агар	Южная Африка
<i>G. heteroclada</i>	+	+	К; ПФ: агар	Вьетнам
	+	+	КЖ: корм для абалоне; ПФ: агар	Филиппины
<i>G. howensis</i>	+	-	ПФ: агар	Перу
<i>G. longa</i>	+	-	СХ: удобрения; ПФ: агар	Италия
<i>G. maramae</i>	+	-	К: салаты, супы	Фиджи

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>G. parvispora</i>	+	+	ПФ: агар	Гавайи
<i>G. salicornia</i>	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	К: супы, салаты	Таиланд
	+	-	К; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	К; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. secundata</i>	+	-	КЖ: корм для абалоне; ПФ: агар	Новая Зеландия
<i>G. tenuistipitata</i>	+	+	К; ПФ: агар	Китай
	+	-	К; ПФ: агар	Малайзия
	+	-	ПФ: агар	Филиппины
	+	+	К: салаты, супы	Таиланд
	+	+	К; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. textorii</i>	+	-	К; ПФ: агар	Япония
	+	-	М: источник витаминов	Филиппины
	+	-	К; ПФ: агар	Вьетнам
<i>G. truncata</i>	+	-	КЖ: корм для абалоне; ПФ: агар	Новая Зеландия
<i>G. vermiculophylla</i> [= <i>G. asiatica</i>]	+	+	К; ПФ: агар	Китай
	+	+	К; ПФ: агар	Вьетнам
<i>Gracilariopsis</i> spp.	+	+	К: салаты, овощные супы, сладкие желе; ПФ: агар	Южная Америка
<i>G. heteroclada</i> [= <i>Gracilaria bailiniae</i>]	+	+	К; ПФ	Вьетнам
<i>G. lemaneiformis</i>	+	-	ПФ: агар	Чили
	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	ПФ: агар	Мексика
	+	-	ПФ: агар	Перу
<i>G. longissima</i>	+	+(Э)	ПФ: агар	Марокко
<i>G. tenuifrons</i>	+	-	ПФ: агар	Бразилия
<i>Grateloupia</i> spp.	+	-	К: салаты	Гавайи
	+	-	К; М: антигельминтное	Япония
	+	-	К: салаты, овощные супы, соленья, сладкие желе	Корея
	+	-	К; ПФ: агар	Филиппины
<i>G. filicina</i>	+	-	К: салаты	Япония
	+	-	М: антигельминтное	Индонезия
	+	-	К: салаты	Филиппины
<i>G. ramosissima</i>	+	-	К: супы, салаты	Филиппины
	+	-	К: салаты, овощные супы, соленья, сладкие желе; М: антигельминтное	Индонезия
<i>G. turuturu</i>	+	-	К: салаты	Корея
<i>Halymenia</i> spp.	+	-	К: супы, салаты	Юго-Восточная Азия
	+	-	К: супы, салаты	Мьянма
	+	-	К: супы, салаты	Филиппины
<i>H. dilatata</i>	+	-	К: салаты, супы	Филиппины
<i>H. durvillei</i>	+	-	К; ПФ: каррагинан	Филиппины
<i>H. floresii</i>	+	-	М: противогрибковое	Индия
<i>H. venusta</i>	+	-	К: салаты, супы	Кения
<i>Hydropuntia</i> spp.	+	-	К: салаты, овощные супы, сладкие желе; КЖ: корм для абалоне; М: лечение зоба и мочеполовых органов; ПФ: агар	Юго-Восточная Азия

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>H. caudata</i> [= <i>Gracilaria caudata</i>]	+	-	ПФ: агар	Бразилия
	+	-	К: салаты	Япония (Окинава)
	+	-	М: лечение желудочно-кишечного тракта и мочеполовых органов; ПФ: агар	Индонезия
	+	-	К; ПФ: агар	Вьетнам
<i>H. cornea</i> [= <i>Gracilaria cornea</i>]	+	-	ПФ: агар	Бразилия
	+	-	К: салаты, супы	Карибские острова
	+	+	КЖ: корм для молодого абалоне	Канарские острова
<i>H. crassissima</i> [= <i>Gracilaria crassissima</i>]	+	-	К: салаты, супы	Карибские острова
<i>H. edulis</i> [= <i>Gracilaria edulis</i> , <i>G. lichenoides</i>]	+	+(Э)	ПФ: агар	Индия
	+	-	К: салаты, супы	Япония
	+	+(Э)	ПФ: агар	Мьянма
	+	-	К; М: лечение кожных болезней, желудочно-кишечных заболеваний, чахотки; ПФ: агар	Филиппины
<i>H. eucheumatoides</i> [= <i>Gracilaria eucheumatoides</i>]	+	-	К: супы, желе	Япония (Окинава)
	+	-	М: народная медицина; ПФ: агар	Индонезия
	+	-	К; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	К: желе; ПФ: агар	Вьетнам
<i>H. fisheri</i> [= <i>Gracilaria fisheri</i>]	+	-	К; ПФ: агар	Таиланд
<i>Hypnea</i> spp.	+	+	К: супы; ПФ: каррагинан	Китай
	+	-	ПФ: каррагинан (хипнеан)	Индонезия
	+	-	К: сушеные лапшевидные пластины для приготовления супов; М: лечение зоба, понижающее артериальное давление, лечение болезней желудка	Мьянма
	+	-	КЖ; М: источник микроэлементов; противораковое; СХ: удобрения	Филиппины
	+	-	К: салаты; М: лечение гипертонии; ПФ: каррагинан (хипнеан)	Юго-Восточная Азия
	+	-	К: салаты	острова Южной Пацифики
	+	-	К: салаты, супы	Таиланд
	+	-	М: антигельминтное; ПФ: каррагинан (хипнеан)	Вьетнам
	+	-	К; КЖ; М: противораковое; СХ: удобрения; ПФ: каррагинан (хипнеан)	Филиппины
<i>H. boergesenii</i>	+	-	К; КЖ; М: противораковое; СХ: удобрения; ПФ: каррагинан (хипнеан)	Филиппины
<i>H. cervicornis</i>	+	-	К; КЖ; М: противораковое, источник микроэлементов; ПФ: каррагинан (хипнеан); СХ: удобрения	Филиппины
<i>H. musciformis</i>	+	+(Э)	ПФ: каррагинан (хипнеан)	Бразилия
	+	+	КЖ: корм для абалоне	Канарские острова
	+	+	М: антибактериальное; ПФ: каррагинан (хипнеан)	Индия
	+	-	ПФ: каррагинан (хипнеан)	Оман
	+	-	К; М: антигельминтное; ПФ: каррагинан (хипнеан)	Филиппины

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>H. pannosa</i>	+	-	К: салаты	Бангладеш
	+	-	К; КЖ; М: противораковое; ПФ: каррагинан (хипнеан); СХ: удобрения	Филиппины
<i>H. spinella</i>	+	+	КЖ: корм для абалоне	Канарские острова
<i>H. valentiae</i>	+	+	ПФ: каррагинан (хипнеан)	Бангладеш
	+	-	М: антибактериальное	Индия
	+	-	ПФ: каррагинан (хипнеан)	Перу
	+	-	К; М: антибактериальное, противогрибковое	Филиппины
	+	-	К: желе	Вьетнам
<i>Iridaea</i> spp.	+	-	К: салаты, желе; ПФ: каррагинан (иридофикан)	США
	+	-	ПФ: каррагинан (иридофикан)	Аргентина
<i>I. ciliata</i>	+	-	ПФ: каррагинан (иридофикан)	Чили
<i>I. undulosa</i>	+	-	К: дополнение к диете (порошки, таблетки)	Аргентина
<i>Jania adhaerens</i>	+	-	М: антинейротрофический эффект	Япония
<i>J. rubens</i> [= <i>Corallina rubens</i>]	+	-	М: антигельминтное	Франция
<i>J. squamata</i> [= <i>Corallina squamata</i>]	+	-	М: антигельминтное	Франция
<i>Jeannerettia lobata</i> [= <i>Polexenia lobata</i>]	+	-	КЖ: корм для половозрелого абалоне	Австралия
<i>Kappaphycus</i> spp.	+	-	К: сладкие желе, салаты, овощные супы; ПФ: каррагинан	Филиппины
	-(И)	+	ПФ: каррагинан	Япония
	+	+	М: антиопухолевое; лечение язвы, головной боли	Вьетнам
<i>K. alvarezii</i>	-(И)	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Аргентина
	-	+	ПФ: каррагинан	Карибские острова
	-	+И	ПФ: каррагинан	Франция
	-	+(Э)	ПФ: каррагинан	Индия
	+	+	К; КЖ: корм для абалоне и молодых креветок; М: источник микроэлементов; ПФ: каррагинан	Филиппины
	-	+	ПФ: каррагинан	Танзания
	-	+	К: желе, салаты с другими овощами; ПФ: каррагинан	Вьетнам
<i>K. cottonii</i> [= <i>Eucheuma cottonii</i>]	-(И)	-	ПФ: каррагинан	Франция
	-	+	ПФ: каррагинан	Индонезия
	+	-	К; ПФ: каппа-каррагинан	Филиппины
	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Вьетнам
<i>K. inermis</i>	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Вьетнам
<i>K. procrusteanum</i>	+	-	К; ПФ: каррагинан	Филиппины
<i>K. striatus</i> [= <i>Eucheuma striatum</i>]	+	+	ПФ: каррагинан	Карибские острова
	+	-	ПФ: каррагинан	Мадагаскар
	+	-	К: желе; ПФ: каррагинан	Филиппины
	+	+	ПФ: каррагинан	Танзания
<i>Laurencia</i> spp.	+	-	К: салаты, овощные супы, приправы; М: лечение желудка	Юго-Восточная Азия
	+	-	М: противогрибковое	Филиппины
<i>L. microcladia</i>	+	-	М: антирипаносомная активность	Мексика

Продолжение табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>L. obtusa</i>	+	-	М: антибактериальное	Индия
	+	-	К: салаты, овощные супы; М: источник антиоксидантов, лечение желудка	Индонезия
	+	-	К; М: антибактериальное, противогрибковое	Филиппины
<i>Lithothamnion</i> spp.	+	-	СХ: для улучшения почвы;	Англия
	+	-	СХ: удобрения	Франция
<i>Mastocarpus</i> spp.	+	-	ПФ: каррагинан	Европа
<i>M. papillatus</i>	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>M. stellatus</i>	+	-	ПФ: каррагинан	Англия
	+	-	К; ПФ: каррагинан	Ирландия
	+	-	ПФ: каррагинан	Португалия
	+	-	ПФ: каррагинан	Испания
<i>Mazzaella laminarioides</i> [= <i>Iridaea laminarioides</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>M. membranacea</i> [= <i>Iridaea membranacea</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Meristotheca</i> spp.	+	+	К: салаты	Юго-Восточная Азия
<i>M. papulosa</i>	+	+	К: салаты; М: народная медицина; СХ: удобрения	Япония
	+	+	К: салаты; М: противораковое	Тайвань
<i>M. procumbens</i>	+	-	К: салаты	Фиджи
<i>Myriogramme livida</i> [= <i>Nitophyllum lividum</i> , <i>Prionitis ramosissima</i>]	+	-	К: салаты	Вьетнам
<i>Nemalion vermiculare</i>	+	-	К: салаты	Корея
<i>Neorhodomela larix</i>	+	-	М: антибактериальное, источник антиоксидантов	Япония
<i>Osmundea pinnatifida</i> [= <i>Laurencia pinnatifida</i>]	+	-	К: специи	Азорские острова
<i>Palisada perforata</i> [= <i>Laurencia papillosa</i>]	+	-	К: салаты, гарниры, супы	Кения
	+	-	К; М: антибактериальное, противогрибковое; ПФ: агар, СХ: удобрения	Филиппины
<i>Palmaria palmata</i> [= <i>Rhodomenia palmata</i>]	+	-	СХ: удобрения; К; М: источник витаминов, минералов, йода; лечение кожных болезней, головной боли; слабительное	Европа
	+	-	К: салаты	Америка
	+	-	К: салаты	Канада
	+	-	К: салаты	Англия
	+	+	К: салаты, соленья	Франция
	-	+(Э)	К; КЖ: корм для абалоне	Германия
	+	-	М: противодиабетическое, противораковое; СХ: корм для крупнорогатого скота	Ирландия
	+	-	СХ: удобрения	Исландия
<i>Parviphycus tenuissimus</i> [= <i>Gelidiella tenuissima</i>]	+	-	К: салаты, супы	Бангладеш
<i>Phyllospora comosa</i>	+	-	КЖ: корм для половозрелого абалоне	Австралия
<i>Phymatholithon calcareum</i>	+	-	СХ: удобрения, улучшающие почву	Англия
<i>Plocamium corallorhiza</i>	+	-	КЖ: корм для абалоне	Южная Африка

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Polysiphonia</i> spp.	+	-	КЖ: корм для абалоне	Австралия
	+	-	М: антибактериальное	Индия
<i>P. morrowii</i>	+	-	М: антиоксидант	Япония
<i>Porphyra</i> spp.	+	-	К: супы, гарниры, салаты	Америка
	+	-	К: супы, гарниры	Аргентина
	+	-	К: салаты	Израиль
	+	+	К: пластинки нори, роллы с рисом, овощные супы; М: противораковое	Япония
	+	+	К: пластинки нори, овощные супы; М: лечение зоба, моче-половых болезней, водянки	Корея
	+	+	К: пластинки нори; М: антибактериальное	Новая Зеландия
	+	-	М: противогрибковое, понижающее артериальное давление и содержание холестерина	Филиппины
<i>P. abbottiae</i>	+	-	К: салаты	Аляска
<i>P. acanthophora</i>	+	-	К: пластинки нори	Бразилия
<i>P. atropurpurea</i>	+	-	К: сладкие желе с кокосовым молоком, овощные супы; М: лечение зоба, моче-половых болезней и водянки	Индонезия
<i>P. columbina</i>	+	-	К: салаты	Чили
	+	-	К: готовят с рыбой и моллюсками	Перу
<i>P. crispata</i>	+	-	К: салаты, супы	Япония
	+	-	К: салаты, супы	Филиппины
	+	-	К: салаты, супы	Таиланд
	+	-	К: супы	Вьетнам
<i>P. haitanensis</i>	+	+	К: супы	Китай
<i>P. kuniedae</i>	+	-	К: супы	Корея
<i>P. laciniata</i>	+	-	М: лечение заболеваний нервной системы	Шотландия
<i>P. leucosticta</i>	+	-	К: добавляют в омлет	Азорские острова
<i>P. perforata</i>	+	-	К: пластинки нори	Мексика
<i>P. seriata</i>	+	-	К: пластинки нори, салаты	Япония
<i>P. spiralis</i>	+	-	К: пластинки нори	Бразилия
<i>P. suborbiculata</i>	+	-	К: салаты	Китай
	+	-	К: пластинки нори	Япония
	+	-	К: пластинки нори	Корея
	+	-	К: салаты	Филиппины
	+	-	К: супы	Вьетнам
<i>P. tenera</i>	+	-	К: салаты, супы	Япония
<i>P. torta</i>	+	-	К: салаты, супы	Аляска
<i>P. umbilicalis</i>	+	-	К: салаты, супы	Франция
	+	-	К: салаты, супы	Япония
<i>P. vietnamensis</i>	+	+	К: роллы с рисом, супы, нори	Япония
	+	+	К: салаты, супы, нори	Корея
	+	-	К: салаты	Таиланд
	+	-	К: салаты, супы	Вьетнам
<i>P. yezoensis</i>	+	+	К: салаты, супы, нори	Китай
	+	+	К: роллы с рисом; М: противодиабетическое, противораковое	Япония
	+	+	К: салаты, супы, нори	Корея

Окончание табл. 3

Род и вид	П	В	Область применения	Использование в странах и регионах
<i>Prionitis articulata</i> [= <i>Carpopeltis articulata</i>]	+	-	М: антибактериальное, противогрибковое	Филиппины
<i>Pterocladia</i> spp.	+	-	ПФ: агар	Египет
<i>P. lucida</i>	+	-	ПФ: агар	Новая Зеландия
<i>P. lyallii</i>	+	-	М: лечение генитального герпеса	Филиппины
<i>Pterocladia</i> spp.	+	-	М: антивирусное	Юго-Восточная Азия
<i>P. capillacea</i>	+	-	ПФ: агар	Азорские острова
[= <i>Pterocladia capillacea</i> , <i>Pterocladia pyramidale</i>]	+	+(Э)	ПФ: агар	Бразилия
	+	-	К: желе; ПФ: агар	Япония
	+	-	К: желе	Корея
	+	-	ПФ: агар	Новая Зеландия
	+	-	ПФ: агар	Перу
	+	-	К: салаты; ПФ: агар	Филиппины
	+	-	ПФ: агар	Португалия
<i>Ptilophora subcostata</i> [= <i>Gelidium subcostatum</i>]	+	-	ПФ: агар высокого качества	Япония
<i>Rhodymenia</i> spp.	+	-	КЖ: корм для абалоне	Австралия
<i>Sarconema filiforme</i> [= <i>Sarconema furcellatum</i>]	+	-	М: противогрибковое	Индия
<i>Sarcothalia atropurpurea</i> [= <i>Gigartina atropurpurea</i>]	+	+(Э)	ПФ: каррагинан	Новая Зеландия
<i>S. crispata</i> [= <i>Iridaea crispata</i>]	+	-	ПФ: каррагинан	Чили
<i>Scinaia moniliformis</i>	+	-	К: овощные рагу	Юго-Восточная Азия
	+	-	К: овощные рагу	Филиппины
<i>Solieria robusta</i>	+	-	К: салаты	Мьянма
<i>Tricleocarpa fragilis</i> [= <i>Galaxaura oblongata</i>]	+	-	ПФ: сульфатированные полисахариды	Филиппины
<i>Wrangelia</i> spp.	+	-	М: антибиотическое, противогрибковое	Филиппины
<i>Wrangelia penicillata</i>	+	-	М: антибактериальное	Филиппины
Синезеленые водоросли CYANOBACTERIA				
<i>Lyngbya</i> spp.	+	-	М: антибактериальное, антивирусное, противогрибковое	Филиппины
Морские травы Seagrasses (TRACHEOPHYTA)				
<i>Zostera</i> spp.	+	-	СХ: удобрения	Португалия
	+	-	М: зостерин	Россия
<i>Z. marina</i>	+	-	М: антибактериальное, антимикробное; источник антиоксидантов	Япония
	+	-	М: антимикробное; источник антиоксидантов	Корея
<i>Ruppia</i> spp.	+	-	СХ: удобрения	Португалия
<i>Potamogeton</i> spp.	+	-	СХ: удобрения	Португалия

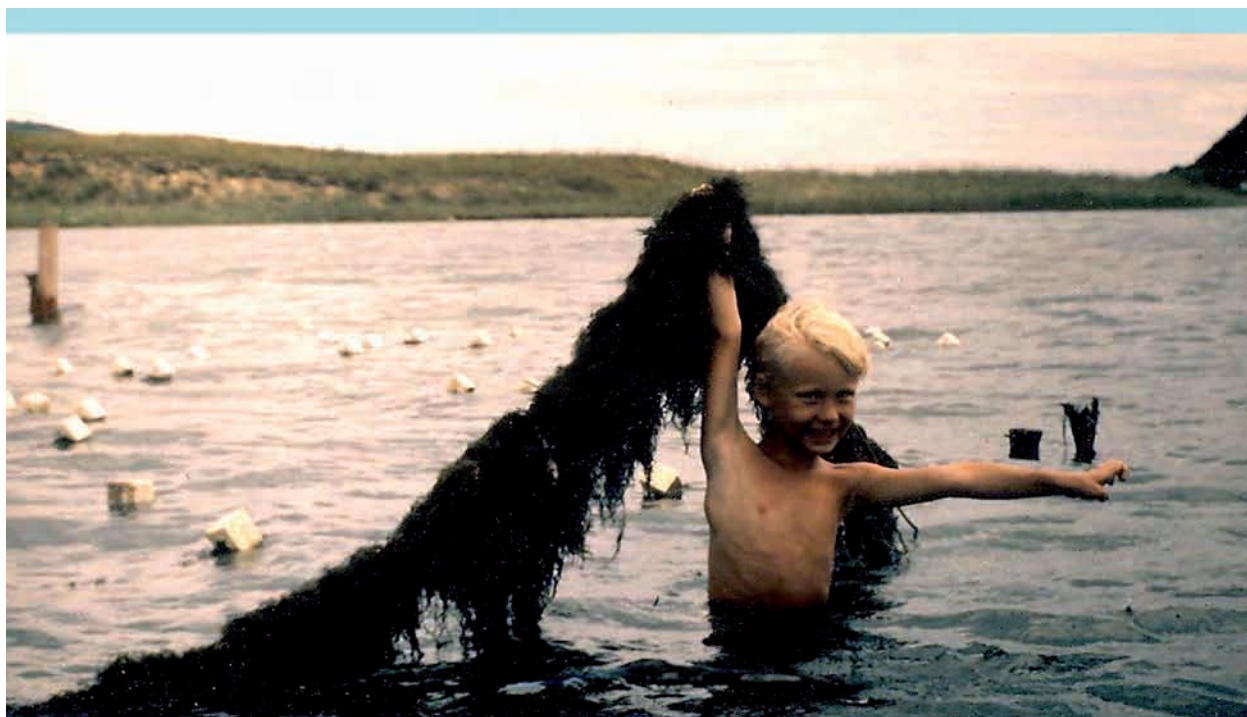
Примечание. Таблица составлена на основе литературных данных из книг и статей, приведенных в разделе «Литература».

Приводятся современные названия видов, в квадратных скобках даны недавние синонимы этих названий. Сокращения: П – природные запасы; В – выращивание; АТ – альготерапия; –(И) – импортируемые виды; К – кулинария; КЖ – корм животным; М – медицина; ПФ – производство фикоколлоидов; СХ – сельское хозяйство; +(Э) – экспериментальное культивирование.

3.1. «ОВОЩИ» ИЗ МОРЯ

В табл. 3 показано, что более 300 видов водорослей в разных странах люди используют в пищу. Из водорослей готовят более 2000 блюд и около 30 напитков. Из свежих и вареных водорослей готовят салаты. Водоросли используют с различными соусами, мясом, рыбой, овощами. Солености из водорослей употребляют как приправы или гарниры; сухие водоросли, растертые в муку, употребляют как специи, их добавляют в различные пасты и пудинги, кисели и муссы, сладкие и острые желе и т.д. Из напитков основным является чай из бурых водорослей, а также густые сладкие напитки из красных водорослей с алкоголем и без него. Особенно вкусны и широко известны супы из зеленых, бурых и красных водорослей. «Королевой» супа является монострома (*Monostroma* spp.), очень вкусны в супе порфира (*Porphyra* spp.), ламинария (*Laminaria* spp.) и сахарина (*Saccharina* spp.). Такие водоросли, как каулерпу (*Caulerpa* spp.), ламинарию, сахарину, ундарию (*Undaria* spp.) и порфиру, не только собирают в море, но и культивируют специально для употребления в пищу.

Пища из морских водорослей малокалорийна, вкусна и полезна. Она очищает желудочно-кишечный тракт и кровь от отходов метаболизма и вредных веществ и поэтому благоприятствует здоровью и долголетию. Свежие морские водоросли состоят на 80–90% из воды, сухие водоросли содержат 80–90% углеводов и белка, большой набор биологически активных веществ (полиненасыщенные жирные кислоты, каррагинаны, фукоиданы, пектины, альгиновая кислота, стерины, каротиноиды, хлорофиллы). В состав водорослей входят практически все необходимые для человека витамины и минералы. Содержание фикоколлоидов-полисахаридов в морских водорослях может достигать 60% (в расчете на сухую массу). Полисахариды морских растений отличаются по структуре от полисахаридов высших наземных растений. Так, бурые водоросли содержат в больших количествах альгиновую кислоту, красные – агар и каррагинан. Полисахариды водорослей используются как загустители и гелеобразующие пищевые добавки.



Урожай грацилярии на плантациях Института биологии моря, Россия



Рис. 27. Сбор грацилярии и саргассума в зал. Шон Хай (Вьетнам). Апрель 2007 г.

Агар нерастворим в холодной воде, но растворяется в горячей. Одним из главных свойств агара является способность его водных растворов при охлаждении превращаться в твердые, прочные гели, плавящиеся при температуре только выше 80°C. Эти свойства агара дают возможность использовать его в приготовлении пудингов, желе, пастилы, мармелада – низкокалорийной пищи (агар не переваривается в ЖКТ человека), богатой витаминами и микроэлементами.

Каррагинан обладает высокой вязкостью в растворах, хорошо смешивается с различными жидкостями и является наилучшим стабилизатором, эмульгатором и наполнителем по сравнению с такими веществами, как альгиновая кислота, агар и пектин. Кроме этих полисахаридов, являющихся основными составляющими клеточных стенок, водоросли содержат также запасные полисахариды, которые накапливаются в растениях как резервный материал для дыхания и вторичных синтезов. К ним относятся крахмал из зеленых водорослей, ламинарин из бурых и флоридан из красных водорослей. Запасные полисахариды водорослей имеют пищевую ценность как для человека, так и для животных.

Таким образом, водоросли являются малокалорийной и полезной пищей, а для того чтобы читатель мог познакомиться со вкусом водорослей и на себе почувствовать их полезность, мы предлагаем 96 рецептов приготовления блюд и напитков из водорослей. Часть из этих рецептов опубликована в книгах Л. Зенкевича и Г. Коробкиной (1968), S. Arasaki, T. Arasaki (1983), E. McConnaughey (1985); E. Lesley (1998); W.R. Tylor (2009); F.W. Wheaton, T.B. Lawson (1985), а часть записана со слов поваров азиатской и европейской кухонь.

3.1.1. РЕЦЕПТЫ БЛЮД И НАПИТКОВ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ СТРАН АТР

Каулерпа, или морской виноград – *Caulerpa* spp. (Chlorophyta)

Многие виды каулерпы (рис. 28) используют в салатах или едят в сыром виде. Выращивают каулерпу в закрытых прудах или открытых лагунах. Собирают обычно весной или осенью, засаливают или едят в свежем виде (Arasaki, Arasaki, 1983).

1. Желе из морского винограда (Япония)

1 литр сока морского винограда, 5 столовых ложек (ст. ложек) сока лимона или лайма (гибрид цитрусовых, напоминает лимон), 1 упаковка пектина, сахар по вкусу.

Водоросль промыть, положить в кастрюлю с водой (1 чашка воды на 2 чашки водоросли), довести до кипения. Потолочь слоевища водоросли в кастрюле до получения мягкой массы и продолжать варить около 25-30 минут, затем массу процедить через марлю, сложенную в несколько слоев (не выжимать). 1 литр сока поместить в широкий котелок, поставить на сильный огонь, добавить сок лимона или лайма, а также пектин и довести смесь до кипения, добавить сахар и варить на сильном огне 1 минуту, постоянно помешивая. Убрать котелок с огня, снять пенку с поверхности жидкости и, если необходимо, накрыть его крышкой, остудить.



Рис. 28. *Caulerpa lentillifera*, выросшая в аквариумах Морской биологической станции Сесоко (Япония, Окинава), май 2002 г.

2. Суп из соевых проростков, капусты и *Caulerpa lentillifera* (Япония)

50 г водоросли, 100 г соевых проростков, 100 г белокочанной капусты, 5 г имбиря, 10 г репчатого лука, соль, растительное масло.

Поджарить лук и имбирь, влить в сковороду 1 литр воды, добавить проростки, капусту и водоросль, варить на умеренном огне 45 минут, после чего добавить масло и соль по вкусу.

3. Морской виноград с васаби (Вьетнам)

50 г водоросли, паста васаби.

Первый способ: промыть водоросль в тёплой воде (30–40°C), добавить васаби. Второй способ: погрузить водоросль в обычную воду на 5–8 минут, вынуть, добавить васаби.

4. Салат из каулерпы (*Caulerpa lentillifera*) (Вьетнам)

100 г морского гребешка (моллюск), 50 г свежей каулерпы, 50 г нори (пластины красной водоросли *Porphyra* sp.), 300 г салата, ½ лука-порея, ½ овощного желтого перца, 50 г помидоров. Соус: 2 ст. ложки столового уксуса, 2 ст. ложки сахара, 1 ст. ложка растительного масла, ½ чайной ложки (ч. ложки) черного молотого перца.

Пропарить морской гребешок, нарезать лук-порей, помидор, перец и салат; промыть каулерпу, нарезать квадратами пластинки нори. Все это уложить в тарелку и полить соусом.

5. Омар с каулерпой (Вьетнам)

300 г омара, 50 г каулерпы, краснокочанная капуста, огурец, морковь, овощной перец или паприка, 50 г белого вина. Соус: 1 ст. ложка майонеза, 1 ст. ложка кетчупа, ½ ч. ложки черного молотого перца, ½ ч. ложки коньяка, паста васаби (по вкусу).

Омар отварить в вине, вынуть из панциря и разложить на тарелке. Овощи нашинковать и вместе с каулерпой и отваренным омаром выложить в панцирь омара. Смешать пополам майонез с кетчупом, добавить черный молотый перец и коньяк. Полить этой смесью блюдо, украсить майонезом и васаби.

6. Суп из морского винограда (Япония)

100 г фарша из свинины, 1 куриный окорок, грибы, 50 г нори, 50 г каулерпы, 1 репа, 3 ч. ложки специй, ¼ ч. ложки черного молотого перца, лук репчатый, немного воды, щепотка сахара.

В фарш из свинины добавить 1 ч. ложку специй и ¼ ч. ложки перца, скатать из фарша шарики. Промыть куриный окорок и порезать его на дольки. В кипящую воду опустить репу, шарики из фарша, дольки окорока, грибы, каулерпу, нори, специи, сахар и выключить печь. Позже в суп добавить лук.

7. Цыпленок с морским виноградом (Япония)

200 г мяса цыпленка, 100 г водоросли, 1 лук-порей, 2 ч. ложки специй, 1–2 ч. ложки черного молотого перца, 1 ч. ложка сахара, растительное масло.

Промыть мясо, порезать на дольки, добавить специи, перец и растительное масло. Промыть морской виноград, обсушить. Лук-порей порезать длинными кусочками. Поджарить мясо цыпленка, добавить лук-порей, специи, сахар (по вкусу) и морской виноград, все равномерно перемешать, тушить несколько минут, после чего выложить на тарелку.

8. Сладкий суп с каулерпой (Япония)

50 г нори, 50 г каулерпы, 100 г сочных семян граната, 300 г сахара, 1 литр воды.

Погрузить нори в воду, довести до кипения, добавить сахар и варить до полного его растворения, после чего смесь охладить. Добавить в холодный суп каулерпу и гранат, опять довести до кипения, затем остудить и поместить в холодильник.

9. Суп из морского винограда с бульонными кубиками (Япония)

1 чашка морского винограда, 2 л воды, 6 говяжьих или куриных бульонных кубиков.

Довести воду до кипения, добавить в нее бульонные кубики, затем постепенно добавлять слоевища водоросли. Варить до тех пор, пока водоросль не станет мягкой.

10. Морской виноград в качестве гарнира (Япония)

2 куриные грудки, 2 чашки риса, 1 маленькая горсть морского винограда, соль по вкусу.

Отварить рис. Обжарить куриные грудки. Разложить рис и курицу по тарелкам, добавить свежую каулерпу в качестве гарнира.

Ульва, или морской салат – *Ulva* spp. (Chlorophyta)

Ульва богата аминокислотами, витаминами А, В₃, В₁₂ и С, а также железом. Из ульвы (рис. 29) готовят салаты, супы и вторые блюда.



Рис. 29. Ульва на литорали в зал. Санья (о-в Хайнань, Китай)

11. Салат с *Ulva lactuca* (Япония)

6 томатов среднего размера, 1 авокадо, 10 г сушеного морского салата, 4 ст. ложки оливкового масла, 2 ст. ложки столового уксуса, соль.

Разогреть духовку в течение 10 минут. Поджарить сушеные пластинки водоросли в течение 30 секунд, чтобы они стали хрустящими. Томаты порезать на кусочки (не слишком толстые). Разрезать авокадо на 2 половинки и вынуть мякоть ложечкой. В чашке смешать томаты, мякоть авокадо и морской салат, все растереть, добавить уксус, оливковое масло и соль (по вкусу). Уксус можно заменить половинкой лимона.

12. Спагетти с жареным чесноком и морским салатом (Япония)

500 г спагетти, 4 зубчика чеснока, 10 г сушеного морского салата, 6 ст. ложек оливкового масла, соль по вкусу.

Отварить спагетти в подсоленной воде. Подогреть духовку в течение 10 минут, поместить в нее морской салат на 30 секунд (до хрустящего состояния). В кастрюлю налить оливкового масла. Когда масло разогреется, добавить мелко нарезанный чеснок и обжарить. Выключить огонь и добавить мелко нарезанный морской салат, растереть. Полить спагетти этой смесью и перемешать.

13. Овощной суп с морским салатом (Япония)

4 кусочка моркови, лук-порей, 2 картофелины, 50 г свежего шпината, 10 г сушеного морского салата, 3 ст. ложки оливкового масла, соль, черный молотый перец, вода или овощной бульон.

Подогреть оливковое масло в кастрюле и добавить рубленые шпинат, лук-порей, морковь, картофель, морской салат, все перемешать и залить водой или овощным бульоном, варить до готовности.

14. Морской салат в качестве приправы (Япония)

Собрать морской салат, промыть несколько раз в пресной воде. Слоевища сушат медленно (около недели), раскладывая их на бумаге под солнцем или в теплой комнате. Водоросль может быть высушена в течение нескольких часов в духовке, но тогда остается не очень приятный запах. После сушки водоросль значительно уменьшится в размере и почернеет. Перед приготовлением их нужно раскрошить и использовать как приправу к рису, супам и другим блюдам.

Нитчатые виды ульвы (*Ulva spp.*), или зеленый салат (аонори)

Из-за своего приятного запаха зеленый салат часто используется как приправа для первых и вторых блюд. Водоросль очень богата белками, содержит много витамина А, ниацина, и витамина С, а также содержит железа в несколько раз больше, чем шпинат. При употреблении зеленого салата нормализуется содержание железа в организме. Эта водоросль является прекрасным дополнением к рациону тем людям, которым приходится придерживаться диеты (Arasaki, Arasaki, 1983).

15. Жареный гребешок с икрой морского ежа (Япония)

12 средних морских гребешков, глютамат, 1–½ ст. ложки икры морского ежа, ½ яичного желтка, порошок сушеной ульвы (аонори), 4 стебля имбиря, ½ чашки уксуса, 1 ст. ложка сахара, ¼ ч. ложки соли.

Мясо морского гребешка промыть, посолить и добавить глютамат. Хорошо перемешать икру морского ежа и яичный желток. Положить мясо гребешка на гриль и жарить около 5 минут, поливая время

от времени пастой из желтка и икры морского ежа. Когда мясо гребешка приобретет золотистый цвет, посыпать порошком аонори. *Гарнир*: стебли имбиря опустить в кипящую воду и затем замариновать (добавить ½ чашки столового уксуса, 1 ст. ложку сахара, и ¼ ч. ложки соли).

16. Жареный морской окунь (Япония)

4 ломтика морского окуня или другой белой рыбы, соль, 1 яичный желток, ½ ст. ложки водки, 1 ч. ложка пудры из аонори, маринованные стебли имбиря.

Рыбу слегка посолить. Смешать яичный желток с водкой. Обжарить ломтики рыбы, поливая их время от времени смесью из желтка и водки. Посыпать ломтики рыбы пудрой из аонори и опять обжарить их в течение нескольких минут на среднем огне. Добавить к рыбе маринованные стебли имбиря или маринованные огурцы.

17. Репа с зеленым салатом (Япония)

1 большая или 2–3 маленькие репы, ½ чашки крепкого бульона, 1 ч. ложка саке, 1/5 ч. ложки соли, 1 ч. ложка сахара, 4 г зеленого салата, пудра из аонори.

Очистить репу и порезать на круглые дольки. Бульон (вода, саке, соль и сахар) довести до кипения, добавить репу и немного (2 или 3 минуты) поварить до появления аромата, добавить зеленый салат. Сверху репу посыпать пудрой из аонори.

Саргассовые водоросли – *Sargassum* spp. (Heterokontophyta)

Саргассовые водоросли (рис. 30) являются богатейшим источником фукоидана, минералов и альгиновой кислоты. Из саргассумов готовят чай – один из наиболее популярных напитков в странах АТР. Во Вьетнаме и Индонезии *S. polycystum*, *S. oligocystum*, *S. mcClurei*, *S. aquifolium* [= *S. binderi*] готовят с овощами, молодые побеги саргассума едят в свежем виде (Huynh, Nguyen, 1998; Istini et al., 1998). Саргассы употребляют в профилактических целях, а также для поддержания здоровья.

18. Саргассум с мясом или рыбой (Вьетнам)

Слоевище саргассума, 1 помидор, мясо или рыба (лучше рыба), соль, рыбный соус (нюок мам).

Слоевища водоросли тщательно промыть, нарезать кусочками (2–3 см) и варить вместе с мясом или рыбой, добавить помидор, соль или рыбный соус.

19. Чай из саргассума (Вьетнам)

Сушеные слоевища саргассума (*Sargassum mcClurei*) промыть в холодной воде (можно из пакетика с этикеткой ОСОБЕННЫЙ ПРОДУКТ НЯЧАНГА), заварить кипящей водой в чайнике и принимать в течение дня.

20. Сладкий напиток из саргассума (Вьетнам)

Молодые слоевища саргассума, сахар.

Свежие или сушеные слоевища саргасса промыть в холодной воде, варить (недолго), добавить сахар по вкусу и лед. Обычно этот напиток предпочитают женщины и дети.



Рис. 30. Саргассум из зал. Нячанг (Вьетнам)

Морская капуста – *Saccharina japonica* (Heterokontophyta)

Морская капуста (рис. 31) содержит значительное количество минеральных веществ: соли калия, натрия, магния, железа, алюминия, йод, бром, хром, марганец, кальций, а также альгиновую кислоту, ламинаран, маннитол, фукоидан, углеводы, белки, глюкозу, различные витамины (каротин, ниацин, витамин А, С и витамины группы В) (Подкорытова, Буянкина, 1986; McConnaughey, 1985). Для приготовления блюд из *S. japonica* (комбу), следуя японским рецептам, очень важно правильно подготовить исходный материал.

21. Бульон из комбу

Обычно необходимо от 20 до 50 г сушеной водоросли, чтобы приготовить 1 литр бульона (исходный материал для супов и других блюд). Тщательно промыть и очистить слоевища от механических примесей, затем выдержать их в кастрюле с водой 30–60 минут и поставить на медленный огонь. Как только вода закипит, кастрюлю необходимо убрать с огня. Водоросль не рекомендуется кипятить, так как может возникнуть неприятный запах, а также разрушатся полисахариды, а суп станет липким.

22. Бульон из комбу и тунца

1 л воды, 20 г сушеной водоросли и 10–30 г стружки из сушеного мяса тунца.

Тщательно промыть водоросль, положить в кастрюлю с водой, на медленном огне довести до кипения и сразу убрать с огня. Добавить стружку из тунца и снова довести бульон до кипения, после



Рис. 31. Сушка морской капусты. Дальний Восток России, май 2002 г.

чего процедить через ткань. Этот отвар называют первым исходным материалом. Он используется для супов и бульонов. Водоросль с тунцом не нужно выбрасывать. Их можно еще раз отварить в воде и получить второй бульон. Из самой водоросли можно приготовить блюдо, добавив соевый соус и сахар. Это блюдо подается с отварным рисом.

23. Суп из соевой пасты и яиц (Япония)

2 г сушеной водоросли (комбу), 1 яйцо, 1 стебель (10 г) съедобной хризантемы, 1–1½ чашки крепкого бульона из костей, 1 ст. ложка соевой пасты.

Подогреть бульон, растворить в нем соевую пасту и добавить водоросль. Когда бульон начнет закипать, вбить в него сырое яйцо, добавить щепотку лепестков хризантемы и выключить печь. Суп можно считать готовым, когда яичный белок свернется.

24. Суп на курином бульоне и комбу (Япония)

Курица 360 г, 120 г лука репчатого, 30 г моркови, 60 г сельдерея, 1/5 чашки сырого риса, 20 г сливочного масла, 6 чашек воды, 6 ч. ложек порошка из комбу, 3 ч. ложки соли, 1/2 ч. ложки черного молотого перца, бульон из комбу.

Положить курицу в кастрюлю с бульоном из комбу и довести до кипения, снять пенку с поверхности бульона. Нарезать овощи и обжарить их в масле. Промытый рис и овощи опустить в кипящий бульон и варить до готовности. Вынуть курицу, удалить из нее кости, мясо положить в кастрюлю и довести до кипения. В конце варки добавить порошок из комбу, соль и перец по вкусу. Подавать горячим.

25. Трехцветный винегрет (Япония)

300 г дайкона, 60 г моркови, 1 полоска сушеной комбу (30 г), 3 ч. ложки соли, 3 ст. ложки рисового уксуса, 3 ст. ложки сахара.

Дайкон и морковь очистить. Нарезать овощи и водоросль соломкой ~4 см длиной. Посыпать солью, хорошо перемешать и оставить на 10 минут. Когда морковь и дайкон станут мягкими, промыть в воде и отжать насколько это возможно. Заправить уксусом, сахаром, солью по вкусу и все хорошо перемешать.

26. Огурцы с комбу (Япония)

3–4 свежих огурца, комбу, красный острый перец (чили), 2 чашки соевого соуса, соль.

Водоросль нарезать на тонкие полоски. Посолить огурцы, завернуть их в мягкую салфетку и оставить на некоторое время, затем огурцы промыть и порезать. Измельчить перец. Соединить комбу, огурцы и перец в чашке. Все полить соевым соусом и выдержать ~12 часов, время от времени помешивая.

27. Баклажаны с зеленым перцем и комбу (Япония)

5 зеленых овощных перцев, 2 маленьких баклажана, 1 полоска комбу, 3 ст. ложки соевого соуса, 1–1½ ст. ложки сладкой водки или вишневого ликера, соль.

Очистить перцы от семян и нарезать соломкой. Разрезать баклажаны на половинки, вымочить в подсоленной воде и затем нарезать полосками. Протереть полоску комбу влажной салфеткой, нарезать соломкой, слегка посолить. Натереть баклажаны и зеленый перец на терке, отжать их (насколько это возможно). Соединить овощи с комбу, полить соевым соусом и сладкой водкой, перемешать и выдержать ~30 минут.

28. Суп сахалинский (Россия)

300–400 г свинины, бульон из костей, 5–6 картофелин, 2–3 моркови, 2–3 головки репчатого лука, отварная морская капуста, 4 ч. ложки сметаны, соль, специи по вкусу, зелень.

Мясо нарезать тонкими ломтиками и обжарить. Добавить в обжаренное мясо морскую капусту, нарезанную соломкой, морковь, лук репчатый и жарить 5–10 минут. В готовый бульон из костей положить очищенный и нарезанный брусочками картофель, варить ~15 минут, в конце варки добавить обжаренные мясо с овощами, соль, специи.

29. Щи морские (Россия)

300–400 г свинины, бульон из костей, 100–150 г отварной морской капусты, 2–3 моркови, 4 ч. ложки сметаны, соль, специи и зеленый лук по вкусу.

Свинину нарезать кубиками и слегка обжарить, затем добавить нарезанные соломкой морскую капусту, морковь, лук и продолжать обжаривать 5–10 минут. В готовый бульон, сваренный из костей, положить обжаренные мясо с овощами и морской капустой, соль, специи и варить 10 минут. При подаче на стол добавить сметану и мелко нашинкованный лук.

30. Рассольник дальневосточный (Россия)

Бульон из костей, 100–150 г отварной морской капусты, 5–6 картофелин, 1–2 головки репчатого лука, 2–3 корня петрушки, 3–4 соленых огурца, 2 ст. ложки масла топленого или маргарина, 2 ст. ложки сметаны, соль, специи, зелень по вкусу.

Отварную морскую капусту нарезать соломкой, обжарить вместе с корнем петрушки и луком, положить в готовый бульон, туда же опустить нашинкованные огурцы. В конце варки добавить специи. При подаче к столу добавить сметану и зелень.

31. Маринованная морская капуста (Россия)

Морская капуста свежая или свежемороженая 600–700 г. Маринад: 2–3 стакана воды, сахар, соль, уксус, гвоздика и лавровый лист по вкусу.

Отварить морскую капусту, охладить и нашинковать в виде лапши. Залить холодным маринадом и выдержать 8–10 часов. Для приготовления маринада в горячую воду добавить сахар, соль, гвоздику, лавровый лист и варить 10–15 минут. Раствор слить, охладить и добавить уксус по вкусу.

Маринованную капусту можно подавать как гарнир к мясным, рыбным блюдам, а также использовать для приготовления салатов.

32. Борщ с морской капустой (Россия)

100–50 г маринованной морской капусты (см. рецепт 31), 4–5 небольших свёкол, 2–3 моркови, 2–3 корешка петрушки, лук репчатый 1–2 шт., 1–2 картофелины, 1 ст. ложка томатной пасты, 4 ч. ложки сметаны, 1–2 ст. ложки 3%-ного уксуса, соль, специи, зелень по вкусу.

Свёклу, морковь, корень петрушки и лук очистить, промыть, нарезать соломкой и положить в кастрюлю, добавить томат и тушить 20 минут. Затем добавить морскую капусту и продолжать тушить. В кипящий бульон, оставшийся после варки морской капусты, положить картофель, нарезанный брусочками, в конце варки добавить тушеные овощи и специи, соль, уксус и сахар (по вкусу). При подаче в тарелку добавить сметану и мелко нарезанную зелень.

33. Котлеты с морской капустой (Россия)

400–500 г говядины, 100 г отварной морской капусты, ½ городской булочки, ½ стакана молока или воды, 4 ст. ложки панировочных сухарей, 2–3 ст. ложки жира, соль, специи.

Отварную морскую капусту соединить с подготовленным мясом, булочкой, замоченной в молоке или воде, все пропустить через мясорубку, добавить соль, перец, перемешать. Приготовленные котлеты панировать в сухарях и обжарить на растительном масле с обеих сторон. Подавать к столу с картофельным пюре, жареным картофелем, рассыпчатой кашей или отварными макаронами, политыми сверху растопленным маслом.

34. Рулет мясной с яйцом и морской капустой (Россия)

400–500 г говядины, ½ городской булочки, ¼ стакана молока или воды, 2 яйца, 150 г отварной морской капусты, панировочные сухари, 2–3 ст. ложки жира, соль, специи, зеленый лук.

Подготовленное мясо, булочку, замоченную в молоке или воде, пропустить через мясорубку, добавить соль, перец, перемешать. На салфетке, смоченной водой, разложить котлетную массу слоем 1,5–2 см, сверху положить рубленые яйца (сваренные вкрутую), смешанные с отварной морской капустой, нарезанной соломкой и нашинкованным зеленым луком. Края салфетки соединить так, чтобы один край котлетной массы заходил на другой. Положить рулет на сковороду, смазанную жиром. Поверхность рулета смазать яйцом, посыпать панировочными сухариками, сбрызнуть жиром и запечь в духовке. Готовый рулет полить растопленным маслом. Подавать с макаронами, гречневой кашей.

35. Рагу овощное (Россия)

5–6 картофелин, 100–150 г отварной морской капусты, морковь 4–6 шт., 1–2 корня петрушки, 3–4 ст. ложки консервированного зеленого горошка, лук репчатый 2–3 шт., 1–2 ст. ложки томат-пасты, 3–4 ст. ложки растительного масла, чеснок, соль, перец черный молотый, лавровый лист, зелень.

Очищенный картофель, нарезанный ломтиками, обжарить, положить в кастрюлю, добавить обжаренные в масле морковь, корень петрушки, томат-пюре, немного воды и тушить 10–15 минут на сла-

бом огне. В конце тушения добавить консервированный зеленый горошек, отварную морскую капусту, нарезанную соломкой, соль, перец, лавровый лист и растертый чеснок.

36. Салат дальневосточный из морской капусты с клюквой (Россия) (рис. 32)

100–150 г маринованной морской капусты, 100–150 г белокочанной квашеной капусты, 3–4 картофелины, лук репчатый 1–2 шт., 2–3 ст. ложки растительного масла, соль, черный молотый перец, зелень, клюква.

Смешать нашинкованную маринованную морскую капусту с белокочанной квашеной капустой. Картофель отварить, очистить, нарезать ломтиками. Лук репчатый очистить, промыть и нашинковать. Подготовленные овощи соединить, посолить, поперчить, полить растительным маслом и тщательно перемешать. При подаче на стол посыпать мелко нарезанной зеленью петрушки.

37. Винегрет овощной с морской капустой (Россия)

100–150 г морской капусты, 2–3 моркови, 2–3 свёклы, 3–4 картофелины, 1–2 соленых огурца, 50–100 г репчатого или зеленого лука, 1–2 ст. ложки растительного масла, 1–2 ст. ложки 3%-ного уксуса, соль, сахар, черный молотый перец по вкусу.

Картофель, свеклу, морковь отварить, очистить, охладить и нарезать тонкими ломтиками. Огурцы промыть, нарезать тонкими ломтиками, смешать с овощами, добавить нашинкованный зеленый или репчатый лук, маринованную капусту, заправить растительным маслом, уксусом, солью, перцем, сахаром и хорошо перемешать. При подаче винегрет посыпать нашинкованным зеленым луком.

38. Морская капуста под майонезом (Россия)

100–150 г маринованной морской капусты, 50–100 г майонеза, 1–2 яйца.

В маринованную морскую капусту (см. рецепт 31) добавить часть мелко нарубленных яиц, сваренных вкрутую, заправить майонезом, выложить в салатник горкой и украсить дольками яйца.



Рис. 32. Салат из морской капусты с клюквой (Россия)

39. Комбу с соевым соусом и медом (Япония)

1/2 слоевища морской капусты, 1 чашка бульона из комбу, 2 ч. ложка меда, 1 ч. ложка растительного масла, 1/3 чашки соевого соуса, 2 зубчика чеснока.

Отварить морскую капусту в течение 30 минут, порезать на тонкие полоски, добавить мед, масло, соевый соус и измельченный чеснок. Поместить всё на 10 минут в кастрюлю с толстым дном, добавить бульон из комбу (способ приготовления бульона из комбу см. рецепт 21), закрыть крышкой и поставить в холодильник на 2 часа.

40. Морская капуста с корнем лотоса (Япония)

300 г корня лотоса, 1 слоевище морской капусты, 2 стакана воды. Соус для варки: 1/4 стакана сёю (японский соевый соус), 1,5 ст. ложки десертного вина, 3 ст. ложки водки.

Предварительно очищенный корень лотоса нарезать тонкими кружочками и замочить в уксусе с водой, чтобы он не потерял цвет, а затем промыть и обсушить. Налить в кастрюлю 2 стакана горячей воды, добавить нашинкованную морскую капусту и корень лотоса и варить при слабом кипении, пока они не станут мягкими. Смешать вино, водку и сёю, а затем вылить эту смесь в кастрюлю и продолжать варить при слабом кипении, пока большая часть жидкости не впитается в овощи.

41. Бульон даси (Япония)

Морская капуста (~10 см длиной), 900 мл воды, 40 г стружки сушеного мяса тунца.

Протереть слоевище капусты влажной тканью, разрезать на 3–4 полоски, положить в кастрюлю и залить водой так, чтобы она покрывала водоросль. Через час поставить кастрюлю на средний огонь. Непосредственно перед тем, как вода закипит, вынуть полоски водоросли (их следует нарезать соломкой и использовать для приготовления супа), добавить в воду стружку тунца. Снять кастрюлю с огня и дать постоять, пока стружка не осядет на дно. Процедить бульон через марлю.

42. Куриные роллы в комбу (Япония)

30 г комбу, 200 мл воды, 200 г куриных грудок и бедер, 60 мл бульона из комбу (даси, см. рецепт 41), 1 ст. ложка сахара, 4 ст. ложки саке, 2 ст. ложки сладкой водки, 3 ст. ложки соевого соуса.

Слоевище водоросли вымочить в воде около 10 минут, воду не выливать. Порезать комбу на прямоугольные полоски (5×10 см). Порезать курицу на кусочки толщиной около 5 см (примерно такое же





Рис. 33. *Undaria pinnatifida*, Дальний Восток России, бух. Троицы, август 2007 г. (фото А.В. Скрипцовой)

количество, как и комбу). Разложить кусочки курицы на полоски водоросли и завернуть их в полоски. Проткнуть роллы деревянной шпажкой. Поместить роллы в кастрюлю и добавить бульон даси и воду, в которой вымачивалась водоросль. Вырезать из фольги круг диаметром меньше, чем кастрюля, и накрыть роллы. Варить, пока комбу не станет мягкой. Добавить сахар, саке, сладкую водку, соевый соус и продолжать варить еще 15 минут.

Ундария перистонадрезная, или вакаме – *Undaria pinnatifida* (Heterokontophyta)

Ундария (рис. 33) богата белками, витаминами и минералами. Из нее делают салаты, готовят супы, едят соленой, сушеной или в свежем виде. Она имеет прекрасный вкус и очень полезна (McConnaughey, 1985).

43. Морской салат из ундарии с сахаром (Россия)

30 г сушеной ундарии, 1 свежий огурец, 4 ст. ложки рисового уксуса, 3 ст. ложки соевого соуса, 2 ч. ложки сахара, 1/4 ч. ложки соли.

Замочить ундарию на 20 минут в теплой воде, а затем промыть в холодной, обсушить и удалить твердые прожилки, затем порезать. В небольшой сковороде смешать уксус, соевый соус, сахар, и эту смесь поставить на огонь до растворения сахара, после чего остудить. Очистить огурец, разрезать вдоль, а затем его настрогать, посолить и оставить на несколько минут, отжать и соединить с водорослью и заправить блюдо приготовленной смесью.

44. Молодой бамбук с ундарией (вакаме) (Япония)

*¾ проростка молодого вареного бамбука, нарезанного кусочками, ½ чашки бульона даси (см. рецепт 41), 3 ст. ложки соевого соуса, 3 ст. ложки сладкой водки, ¼ слоевища ундарии, нарезанной кусочками, листья саншо (японская слабжучая приправа из листьев пряного растения зубного дерева (*Zanthoxylum sansho*) для гарнира.*

Поместить бамбук и бульон даси в большую кастрюлю и довести до кипения. Уменьшить огонь, добавить сладкую водку и соевый соус. Закрыть крышкой на 15 минут. Добавить ундарию и варить при слабом кипении в течение нескольких минут. Подавать горячим вместе с листьями саншо.

45. Салат с авокадо, ундарией (вакаме) и яблоками (Япония)

1 ст. ложка оливкового масла, 1 ст. ложка лимонного сока, соль, черный молотый перец по вкусу, 1 маленький авокадо и 1 яблоко Фуджи (очищенные от кожуры и нарезанные соломкой), 1 слоевище вакаме, размоченное, подсушенное и нарезанное соломкой.

Взбить лимонный сок и оливковое масло, посолить, поперчить. Соединить авокадо, яблоко и вакаме, нарезанные соломкой, перемешать и заправить взбитой смесью.

46. Суп мисо с ундарией (вакаме) и тофу (Япония)

На 4 порции: 1,5 ст. ложки сушеной ундарии, нарезанной кусочками, 0,5 брикета (170 г) тофу (соевого творога), 2 стебля зеленого лука, 4 стакана бульона даси (см. рецепт 41), 3 ст. ложки пасты мисо (паста из ферментированных соевых бобов).

Размочить в воде кусочки сушеной ундарии и слить воду через сито. Мелко нашинковать зеленый лук. Порезать тофу на кубики (~1 смх1 см). Нагреть бульон в глубокой суповой кастрюле. В мелкой посуде перемешать пасту мисо до однородной массы, добавив немного бульона. Вылить пасту в кастрюлю, добавить тофу и довести до кипения. Положить в кипящий бульон кусочки ундарии и сразу же снять с огня. Подавать суп, посыпав его мелко нашинкованным зеленым луком.

47. Карпаччо из тунца с маринованными овощами (Япония)

*240 г мяса свежего тунца. Для маринованных овощей: 1 дайкон, 1 морковь, 1 огурец, 1 лопушник (большой), ½ ч. ложки шафрана испанского, 2 зубчика чеснока, 2 ст. ложки уксуса белого, 15 пестиков шафрана, соль по вкусу, 1 стакан воды. Для приправы: 4 слоевища вареной ундарии, сок одного лимона, 3 ст. ложки соевого соуса. Для гарнира: 100 г батата, 40 г икры лососевой, 1 стебель лука-скороды или шнатт-лука (*Allium schoenoprasum*), 2 ст. ложки масла растительного. Для мусса: 2 ч. ложки сока шпината, 1 ст. ложка сока лимона, 15 г желатина (замочить в воде), 2 яйца (белок), 1 ст. ложка сливок, соль по вкусу, порошок васаби.*

Слоевища водоросли смешать с лимонным соком и соевым соусом в миксере. Смесью охладить. В кастрюле разогреть оливковое масло, обжарить чеснок. Овощи, предназначенные для маринования, почистить, порезать и тушить в масле около двух минут. Добавить специи, воду, уксус и продолжать тушить еще около шести минут, пока овощи не будут готовы. Для получения мусса смешать желатин, порошок васаби, соль, сок лимона и шпината до образования густой массы, затем добавить сливки и взбитые белки. Мусс охладить. Из мусса сформировать шарики, положить их на тарелку. Аккуратно обмять рыбу между двумя половинками полиэтиленовой пленки. Шарики обернуть кусочками рыбы. Для приготовления гарнира: батат очистить, нарезать соломкой и обжарить в масле до хрустящего состояния. Жареный батат выложить на рыбу вместе с икрой, луком, маринованными овощами и сбрызнуть оливковым маслом.

48. Салат с ундарией (вакаме) (Япония)

Сушеные слоевища ундарии, 3 ст. ложки рисового уксуса, 3 ст. ложки соевого соуса, 2 ст. ложки азиатского кунжутного масла, 1 ч. ложка сахара, 1 ч. ложка растертого свежего имбиря,

½ ч. ложки измельченного чеснока, 1 маленькое яблоко, лук-шалот (1 стебель), 2 ст. ложки свежих измельченных листьев кинзы (цилянтро), 1 ст. ложка обжаренных семян кунжута.

Размочить сушеную водоросль в теплой воде в течение 5 минут, вынуть и отжать воду, нарезать полосками ~1½ см шириной. Для получения приправы соединить соевый соус, уксус, кунжутное масло, сахар, имбирь и помешивать до растворения сахара. Нарезать яблоко кубиками, добавить нарезанные ундарию, лук-шалот и измельченные листья кинзы, полить приправой, перемешать и посыпать кунжутом.

49. Салат с ундарией, помидорами и красным перцем (Япония)

1 чашка кипятка, 3 чашки сушеной ундарии (вакаме), 1 томат, 1 красный овощной перец, ½ головки красного лука, 1 ч. ложка оливкового масла.

Вскипятить воду в чайнике и запарить ундарию в течение 5 минут (до полного впитывания воды водорослью). Если добавить много воды, то натуральный запах водоросли будет потерян. Нарезать водоросль и поместить в салатник, добавить нашинкованные томат, перец, лук, масло и все хорошо перемешать.

50. Салат из ундарии с помидорами черри и кунжутным соусом (Япония)

1 ст. ложка измельченной сушеной ундарии, 5 помидоров черри, 1–1½ ст. ложки кунжутного семени, ½ ч. ложки меда, соль и черный молотый перец по вкусу, 2 ч. ложки уксуса, 1 ч. ложка соевого соуса, 1 ч. ложка кунжутного масла.

Вымочить кусочки ундарии в воде, пока не станет мягкой, влагу удалить. Порезать томаты на половинки или квадратики. Для получения приправы смешать мед, соль, перец, соевый соус, уксус, кунжутное масло. Соединить ундарию с помидорами, полить приправой, добавить кунжутное семя и хорошо перемешать.

51. Ундария (вакаме) с луком (Япония)

12 полосок ундарии, 4 больших луковицы, разрезанные на половинки, 1 ст. ложка соевого соуса, 2 ст. ложки кунжутной пасты.

Вымочить полоски ундарии (~10 минут), нарезать маленькими квадратиками и поместить на дно кастрюли. Налить воды, чтобы она покрыла водоросль. Добавить лук и полить сверху смесью соевого соуса и кунжутной пасты. Сбрызнуть соком лука, накрыть и готовить на медленном огне ~30 минут.

52. Салат с ундарией и огурцами (Япония)

1 чашка сушеной ундарии, 1 маленький или средний свежий огурец, 1 морковь, 1 желтый или красный овощной перец, 1 ст. ложка кунжутного масла, 1–2 ст. ложки рисового уксуса, сок 1 апельсина, зеленый лук.

Залить кусочки водоросли водой и вымачивать ~10 минут, затем отжать и нарезать их кусочками. Разрезать огурец вдоль на 2 части, половинки нарезать тонкими ломтиками, натереть морковь, порезать перец на маленькие кусочки. Выложить морковь, перец, огурец и водоросль в салатник и перемешать. В маленькой миске смешать кунжутное масло, рисовый уксус, апельсиновый сок и полить этой заправкой салат.

53. Пицца с ундарией (Япония)

Тесто для пиццы, ½ чашка соуса для пиццы, 1–2 ст. ложки оливкового масла, 1 головка лука репчатого, 1 чашка тертого сыра моцарелла, 1 чашка свежей ундарии, ½ чашки тофу, 1 сладкий перец, 2–3 гриба.

Лук нарезать и обжарить на растительном масле, добавить нарезанную ундарию, немного воды и притушить в течение 2 минут. Нарезать грибы и перец ломтиками, тофу кубиками. Натереть сыр. Раскатать тесто и распределить соевый соус. Сверху положить притушенные лук и ундарию. Добавить грибы, перец, тофу и посыпать сверху сыром. Выпекать при температуре 350°C около 30 минут, пока сыр не расплавится.

Алярия – *Alaria* spp. (Heterokontophyta)

Эта водоросль богата витаминами С, В₁₂, В₅, содержит фолиевую кислоту, ниацин, кальций, альгиновую кислоту, магний, фосфор. Алярия традиционно используется в сушеном виде, из нее готовят супы и вторые блюда, часто используют вместо шпината или капусты.

54. Сливочный суп из алярии (Австралия)

4–5 картофелин, 1½ чашки нарезанной ломтиками или кусочками тыквы, ¾ чашки сушеной алярии, 2 чашки воды, 1 большой зубчик чеснока, 1 головка лука репчатого, 2 ч. ложки базилика и итальянской приправы, ½ ч. ложка семян сельдерея, ½ чашки приправы к курице, 3 чашки молока, ½ чашки сухого нежирного молока, ½ чашки тертого сыра.

Размочить сушеные кусочки водоросли в воде, довести до кипения, добавить тыкву, чеснок, лук, специи и приправу к курице. Варить на слабом огне до готовности. Затем добавить взбитые в блендере свежее и сухое молоко, сыр. Суп снова довести до кипения.

55. Алярия с морковью (Австралия)

½ чашки сушеной измельченной водоросли, ½ чашки воды, 1 чашка моркови, нарезанной ломтиками, ½ ч. ложки укропа, ¼ ч. ложки гвоздики, соль по вкусу.

Размочить в воде сухую водоросль в течение 10 минут. Добавить укроп, гвоздику, довести до кипения и выключить огонь, томить 10 минут. Добавить морковь и продолжать готовить еще 10 минут.

56. Алярия с картофелем (Австралия)

½ чашки сушеной водоросли (можно свежей), 1 чашка воды, 4 средних картофелины, очищенных и нарезанных кусочками, соль по вкусу, масло растительное.

Водоросль нарезать ножницами на кусочки. Вымочить в течение нескольких минут в воде (если водоросль сушеная), добавить картофель, довести до кипения, затем уменьшить огонь и варить до готовности картофеля. Заправить маслом и солью.

Макроцистис – *Macrocystis* spp. (Heterokontophyta)

Водоросль богата витаминами Е, А, С, витаминами группы В, содержит микроэлементы (калий, натрий, кальций, магний, фосфор), альгинаты, ламинаран, фукоидан и маннитол. Из макроцистиса варят супы, его парят или жарят. В кулинарии используется в основном *Macrocystis integrifolia*.

57. Корейский суп с перцем (Корея)

На 4 порции: куриный бульон, 1 чашка тонко нарезанного макроцистиса, 1 зубчик натертого чеснока, нашинкованный зеленый лук, 2–3 ст. ложки соевого соуса, ½ ч. ложки черного молотого перца (можно меньше).

Залить курицу водой в большой кастрюле и варить до готовности, затем ее вынуть из кастрюли и использовать для приготовления другого блюда. В бульон добавить нарезанную водоросль, чеснок, лук, соевый соус и перец.

Примечание: вместо макроцистиса могут быть использованы другие водоросли: *Alaria*, *Nereocystis*, *Cystoseira*, *Gracilaria*.

Хизикия веретеновидная – *Hizikia fusiformis* (Heterokontophyta)

В настоящее время этот вид переименован в *Sargassum веретеновидный* [= *Sargassum fusiforme*]. Эта водоросль очень богата такими микроэлементами, как йод, железо и кальций. Широко используется в пищу в Китае, Корее, Японии. В Японии хизикию употребляют в пищу с древних времен. Из нее готовят салаты, супы и вторые блюда (Arasaki, Arasaki, 1983).

58. Хизикия с рисом (Япония)

2 больших луковицы, ½ кг хизикии (промыть быстро в кипятке, затем вымочить в дистиллированной воде в течение 20 минут), 2–3 ст. ложки горячего кунжутного масла (использовать по вкусу), 1 ст. ложка пасты мисо, 2 ст. ложки уксуса из бурого риса, ¼ ст. ложки нерафинированного кунжутного масла, 2 ч. ложки маранта (приправа из травянистых растений семейства Марантовые).

Обжарить лук до мягкости, добавить разогретое нерафинированное кунжутное масло и вымоченные водоросли вместе с жидкостью. После этого добавить пасту мисо и уксус из бурого риса, помешивая эту смесь в течение 5 минут. Закрыть сковороду крышкой на 7–10 минут, затем снова помешивать в течение 2 минут и добавить марант. Подавать с отварным бурым рисом.

59. Тушеная хизикия (Япония)

½ стакана сушеной хизикии, 1–2 небольших моркови, ½ куска сильно обжаренного тофу (абураагэ), 1 ст. ложка растительного масла, ½ стакана бульона даси (см. рецепт 41), 1,5 ст. ложки сахара, 1,5 ст. ложки соевого соуса сёю, 1 ч. ложка водки.

Вымочить хизикию в теплой воде в течение 15–20 минут в большой миске. Промыть в холодной воде и откинуть на дуршлаг, затем нарезать на кусочки и убрать избыток воды бумажной салфеткой. Очистить и нашинковать морковь. Сильно обжаренный тофу (абураагэ) промыть кипятком, чтобы удалить лишний жир, промокнуть салфеткой и нарезать тонкими полосками. В сковороде разогреть масло и тушить хизикию вместе с морковью в течение 2 минут, постоянно помешивая. Добавить бульон даси, сахар, соевый соус, водку и тушить на слабом огне 15–18 минут. Абураагэ положить через 10–12 минут после начала приготовления.

60. Хизикия с корнем лотоса (Япония)

15 г сушеной водоросли, 6 кусочков корня лотоса, 1 ст. ложка соевого соуса, несколько капель сока имбиря.

Вымочить хизикию в течение 10 минут. Поместить в кастрюлю и залить водой так, чтобы она покрывала водоросль. Порезать корень лотоса на кусочки, положить сверху водоросли и готовить 20–25 минут, после этого добавить соевый соус и сок имбиря, перемешать и готовить еще 3 минуты.

61. Салат из хизикии (Япония)

30 г сушеной хизикии, 1 стебель сельдерея, 3 капустных листа, 4 листа салата, салатное масло, 4 ст. ложки майонеза, 3 ст. ложки белого кунжутного семени, 1 ст. ложка лимонного сока, 1 ст. ложка соевого соуса, кунжутное масло, щепотка соли.

Вымочить водоросль в воде, затем хорошо подсушить, обжарить на салатном масле, посолить и оставить. Нарезать стебель сельдерея соломкой, нашинковать капусту и погрузить в холодную воду на несколько минут, после чего слить воду. Обжарить и помолоть кунжутное семя, после чего его соединить с майонезом и лимонным соком, добавить соевый соус, кунжутное масло и соль, перемешать и выложить на листья салата.

Грацилярия – *Gracilaria* spp. (Rhodophyta)

Грацилярия (рис. 34) содержит около 20% сухих веществ, из которых 15–30% составляет агар, 5–8% – азотистые вещества (в основном белки), 4–5% – клетчатка и 24–27% – минеральные вещества (Суховеева, Подкорытова, 2006). Грацилярия обладает желеобразующим свойством из-за содержания в ней агара. В мире используют в пищу более 20 видов грацилярии, из которых готовят в основном сладкие блюда.

62. Салат из свежей грацилярии (Вьетнам)

Свежая грацилярия (*Gracilaria salicornia*, *G. coronopifolia*, *G. blodgettii*), соевый или рыбный соус, уксус (или рассол из ким-чи), фиолетовый лук (небольшие головки) кольцами, соль, лимон, черный молотый перец по вкусу.

Водоросль промыть в кипяченой воде, затем варить в течение 2 минут. Добавить уксус, лук, соль и поставить в холодильник на ночь. Утром добавить соус, лучше рыбный (ныок мам), лимон и перец.

63. Грацилярия с мясом (Вьетнам)

Грацилярия, мясо куриное, карамбола, или тропическая звезда (*Averrhoa carambola*, плоды желтого или желто-коричневого цвета, разрезанные поперек напоминают звезду), черный молотый перец, грибы (ухо дьявола), соль по вкусу.

Замочить слоевища водоросли в воде для разбухания, затем промыть в солевом растворе, нарезать кусочками 4–5 см длиной и добавить в готовое куриное мясо, нарезанное соломкой. Добавить карамболу (срезать ребрышки и порезать поперек), добавить перец, отварные грибы (ухо дьявола) и соль по вкусу, все перемешать.

64. Пудинг из *Hydropuntia eucheumatoides* [= *Gracilaria eucheumatoides*] (Вьетнам)

Водоросль, сахар, корень имбиря.

Слоевища водоросли хорошо промыть от песка. Опустить в кипяток и кипятить в течение 5–7 минут на слабом огне (воды немного, чтобы чуть-чуть покрывала водоросль), добавить сахар по вкусу и в конце варки добавить мелко нашинкованный корень имбиря (примерно 2 грамма), перемешать.

65. Суп из грацилярии (*Gracilaria verrucosa* и *Gracilaria sjoestedtii*) и ламинарии (Гавайи)

4 чашки воды, 1 слоевище морской капусты (*Saccharina japonica*), нарезанной кусочками (можно использовать сушеную ламинарию или алярию), 1 томат (нарезанный кубиками), ½ чашки пасты мисо (соевая паста), 1 чашка грацилярии (нарезанной кусочками ~10 см длиной), лук, сыр.



Рис. 34. *Gracilaria salicornia* на литорали в зал. Нячанг (Вьетнам), март 2006 г.

Положить в кастрюлю с водой морскую капусту и лук, довести до кипения. Варить в течение 10 минут, затем добавить пасту мисо, томат и сыр, продолжать варить еще 5 минут. Добавить грацилярию и немедленно подавать к столу.

66. «Спагетти» из *Gracilaria* с томатным соусом (Гавайи)

1 ст. ложка растительного масла (предпочтительно оливковое), ~1 кг говядины, 1 средняя луковица, 1 зубчик измельченного чеснока, $\frac{1}{8}$ ч. ложки кайенского перца, томатный соус, $\frac{1}{4}$ чашки тертой моркови, 2 чашки грацилярии, 2 литра воды, чашка тертого сыра.

Обжарить мясо с луком и чесноком в масле. Добавить томатный соус, кайенский перец и морковь. Тушить 15 минут. Опустить водоросль в кипящую воду на 15 секунд, вынуть, обсушить и добавить в мясо, перемешать и сверху посыпать тертым сыром.

67. Сэндвич гуакамоле (Гавайи)

1 авокадо тертый (~ $\frac{1}{2}$ чашки), 1 томат (нарезанный кубиками), $\frac{1}{2}$ чашки свежей грацилярии (промытой и нарезанной кусочками), сок половинки лимона, $\frac{1}{8}$ ч. ложки кайенского перца или перца чили, $\frac{1}{4}$ чашки рубленого сладкого лука или зеленого лука, $\frac{1}{4}$ чашки плавленого сыра.

Измельчить в блендере лимон и авокадо. Добавить томат, грацилярию, лимон, перец, лук, сыр и хорошо перемешать. Можно намазывать на булку, крекеры или кукурузные чипсы.

68. Салат из грацилярии (Гавайи)

2 чашки свежей грацилярии (нарезанной кусочками), ~240 г домашнего сыра, тертый редис – 4 шт., 2 томата (нарезанных дольками), ½ чашки рубленого зеленого лука. Для йогуртового соуса: ½ чашки йогурта, ½ чашки майонеза, 1 зубчик тертого чеснока, 1 ч. ложка специй: эстрагон, тимьян, майоран, порошок порфиры (красная водоросль), порошок из бурых водорослей, петрушка, укроп и базилик.

Разложить грацилярию на тарелке. Соединить домашний сыр и тертый редис, перемешать и выложить на середину тарелки, сверху посыпать луком. Разложить дольки томата по краю тарелки. Заправить йогуртовым соусом.

69. Ароматная грацилярия (Гавайи)

2 чашки грацилярии, ½ томата, ½ чашки сладкого красного лука, 1 свежий огурец, 1 зубчик тертого чеснока. Маринад: ¼ чашки растительного масла, ¼ чашки уксуса, 3 ст. ложки соевого соуса, 1 ст. ложка сахара, ½ ч. ложки соли, ½ ч. ложки свежего имбиря, тертый кайенский перец.

Подвяленную грацилярию быстро пропарить над кипящей водой, промыть в холодной воде и нарезать кусочками (5–7,5 см длиной). Томаты, лук и огурец нарезать маленькими кусочками или полосками, соединить и в эту смесь добавить грацилярию, чеснок, маринад и перемешать. Блюдо охладить и дать настояться в течение 2 часов.

70. Маринованная грацилярия (Корея)

~900 г свежей грацилярии, нарезанной кусочками (5–7,5 см длиной), ½ чашки соли, 2 зубчика измельченного чеснока, 1 небольшой пучок зеленого лука, очень мелко нашинкованного, 2 маленьких красных перца чили, 1 кусочек корня имбиря, очень мелко нарезанного или натертого.

Чистую (промытую) грацилярию положить в кастрюлю, посолить и хорошо перемешать, придать тяжелой тарелкой и оставить на ночь. Утром хорошо промыть, добавить чеснок, лук, перец, имбирь, перемешать, плотно уложить в банку и поставить в холодное место на 2 дня, чтобы произошла естественная ферментация, после этого поставить в холодильник и дать настояться в течение нескольких дней перед употреблением.

71. Бутербродная паста «Гавайская вечеринка» (Гавайи)

1 чашка маринованной грацилярии, 1 упаковка мягкого плавленого сыра, 1 ст. ложка майонеза.

Плавленый сыр растереть с майонезом. Добавить рубленую маринованную грацилярию (рецепт смотри выше). Смесь можно оставить при комнатной температуре на несколько часов или поставить в холодильник. «Гавайскую вечеринку» можно есть с чипсами, крекерами, намазывать на тосты.

Порфира, или нори – *Porphyra* spp. (Rhodophyta)

Асакуса-нори (*Porphyra tenera*) является одним из любимых продуктов в Японии. Водоросль широко используется в кулинарии стран АТР, содержит аминокислоты, каротиноиды, белки, липиды, витамины (фолиевая кислота, А, С, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂), а также богата такими микроэлементами, как кальций, железо и йод. В кулинарии широко используют нори – тонкие, темно-зеленые (почти черного цвета) листы спрессованных высушенных слоевищ водоросли. В супермаркетах продается в виде пластин (листов), упакованных в вакуумные пакеты (рис. 35).



Рис. 35. Пластины нори используют для приготовления суши и роллов

72. Суп из Порфиры вьетнамской (*Porphyra vietnamensis*) (Вьетнам)

Свежая порфира, бульон из косточек, мясо отварное, лук, соль, черный молотый перец, рыбный соус (ныок мам).

Водоросль промыть. Приготовить бульон из реберных косточек, добавить мясо, нарезанное ломтиками, порфиру, лук, соль, довести до кипения. В конце варки добавить перец, рыбный соус.

73. Свежая порфира в лимонном соусе (Япония)

1 чашка свежей водоросли, 2 г свежего корня имбиря. Для лимонного соуса: 1 лимон, 1 ст. ложка соевого соуса, 1 ч. ложка сладкой водки или сахара.

Водоросль хорошо промыть в слегка подсоленной воде, воду слить. Порфиру погрузить в кипящую воду, затем ее слить. Корень имбиря нарезать соломкой и положить в воду. Лимонный соус: отрезать от лимона 4 тонких ломтика и отложить их, из оставшегося лимона выжать сок, добавить в него соевый соус, воду и сахар (или сладкую водку). Добавить в порфиру лимонный соус, вымоченный имбирь и положить дольку лимона.

74. Роллы с авокадо (Япония)

½ авокадо, ¼ листа нори, 1 ч. ложка пасты васаби, ½ ч. ложки соевого соуса.

Снять с авокадо кожуру, вынуть косточку и нарезать ломтиками. Слегка поджарить нори с одной стороны на открытом огне, затем нарезать узкими полосками (1×5 см). Завернуть каждый кусочек авокадо в полоску водоросли. Слегка намазать пастой васаби и полить соевым соусом.

75. Креветки с нори и тертым дайконом (Япония)

3 креветки, соевый соус, 100 г дайкона (японская редька), ½ ст. ложки лимонного сока, ¼ пластины асакуза-нори, сахар.

Очистить креветку и разрезать вдоль. Быстро обжарить на открытом огне. Полить соевым соусом. Снова обжарить. Повторить дважды, так чтобы не пригорел соевый соус. Почистить и натереть на мелкой терке дайкон. Лимонный соус: лимонный сок, соевый соус и сахар по вкусу. Полить креветку лимонным соусом.

Слегка поджарить лист нори, растереть в порошок и посыпать на креветки. Сверху положить тертый дайкон и снова посыпать порошком нори.

76. Жареный цыпленок с нори и баклажаном (Япония)

Мясо куриных грудок, очищенных от костей (8 половинок), 6 маленьких восточных баклажанов, 1 пластинка асакуза-нори, 2 яичных желтка, 1 ст. ложка муки, 3 ст. ложки воды, 1 ст. ложка саке, ¼ ч. ложки соли, масло растительное для жарки.

Мясо куриных грудок слегка обвалить в муке. Разрезать баклажаны вдоль на 4 части и положить в подсоленную воду. Слегка взбить яйца, добавить воду и саке, перемешать, добавить муки и снова перемешать до густой консистенции. Нагреть масло до 170°C. Обвалить куриные грудки и баклажаны в тесте, затем обжарить на сильном огне. Обвернуть каждый кусочек полоской нори, снова обвалить в тесте и быстро обжарить.

77. Роллы с омлетом (Япония)

½ чашки риса для суши, ¼ поджаренной пластинки нори, 20 г моркови, 20 г грибов шиитаке, 20 г тыквы, тонкий омлет.

Притушить нарезанные соломкой морковь, грибы (шиитаке) и тыкву для суши-роллов. На пластинке нори распределить равномерно рис, сверху положить тонкий омлет, в середине выложить начинку из грибов, тыквы и моркови. Все это закатать в рулет и порезать на равные части.

78. Кулёчки суши (Япония)

200 г риса для суши (мелкозернистый), 1 пластина нори (поджаренная).

Для начинки первого кулёчка: 60 г консервированной фасоли, 1 свежий огурец (маленький), ¼ ч. ложки морских водорослей (мелко нарезанных), ½ ч. ложки соевого соуса.

Для начинки второго кулёчка: 40 г картофеля (нарезанного тонкой соломкой), 40 г моркови (нарезанной тонкой соломкой), ½ ст. ложки маринованных слив (мелко нарезанных).

Для начинки третьего кулёчка: 1 редис, 1 мелкий помидор, ½ ст. ложки соевой пасты.

Для начинки четвертого кулёчка: 40 г грибов шимеджи, 1 лист салата-латука, ½ ч. ложки соевого соуса.

В этой разновидности суши, рис с начинкой заворачивается не в трубочку, а укладывается в кулёк. Множество самых разнообразных ингредиентов, которые вы можете использовать для начинки, позволит вам приготовить бесконечное количество вариантов этого блюда. Прежде всего приготовьте для суши рис (мелкозернистый): промойте, отварите, а затем добавьте в него уксусную смесь. Лист нори порезать на четыре равные части. Для приготовления начинки первого кулёчка нарежьте огурец тонкой соломкой, перемешайте соевый соус с консервированной фасолью и посыпьте ее мелко нарезанными морскими водорослями. Для приготовления начинки второго кулёчка нарежьте картофель и морковь тонкой соломкой, отварите их в слегка подсоленной воде и присыпьте мелко нарезанными маринованными сливами. Для приготовления начинки третьего кулёчка нарежьте тонкими дольками редис и помидор и смажьте их соевой пастой. Для приготовления начинки четвертого ку-

лёчка отварите грибы (шимеджи), добавьте к ним мелко нарезанный лист салата-латука и приправьте соевым соусом. На каждый из четырех кусочков нори выложите ровным слоем приготовленный рис, а сверху на него уложите компоненты начинки. Сверните нори с рисом и начинкой в кулёчки и подавайте к столу.

79. Закуска из порфиры (нори) (Япония)

10 пластин нори, свежий корень имбиря, 6 ст. ложек водки, полстакана соевого соуса сёю, 1 ст. ложка сахара.

Измельчить нори, натереть имбирь, добавить водку, соевый соус и сахар. Довести до кипения на среднем, а затем сильном огне, убавить огонь и варить, пока вся жидкость не впитается водорослью.

80. Нигири-суши (Япония)

На 20 порций: 150 г риса для суши, 200 мл воды, 2 ст. ложки рисового или яблочного уксуса, 1 ст. ложка сахара, 1 ч. ложка соли, маринованный корень имбиря, паста васаби, соевый соус для суши, 200 г филе рыбы (тунец, угорь, макрель) или мясо креветки, краба, осьминога, кальмара.

Промыть рис, меняя воду, пока она не станет абсолютно прозрачной (~6 раз), поместить промытый рис в сотейник, залить водой, накрыть крышкой, варить на медленном огне 15 минут после закипания воды. Снять сотейник с огня и, не открывая крышку, дать рису настояться 10 минут. Переложить рис в большую миску, добавить смесь из уксуса, сахара и соли, тщательно размешать деревянной ложкой, помахивая крышкой сотейника над рисом, чтобы выпарился уксус. Филе рыбы или других морепродуктов нарезать тонкими ломтиками. Окунуть руки в мисочку с подкисленной уксусом водой, взять рис небольшими порциями и сформировать «колбаски» (~6 см длиной и 3 см в диаметре). Положить сверху риса немного васаби, затем ломтик рыбы (2,5–3 см шириной), слегка прижать пальцами. Порезать нори на длинные полоски (~1 см шириной) и обернуть их вокруг этих «колбасок», скрепить концы полосок, слегка смочив их водой. Подавать на прямоугольном блюде или специальной дощечке, с имбирем и пастой васаби.

81. Суши гуанкан-маки (Япония)

На 1 пластину нори: 30 г икры летучей рыбы, 30 г мяса краба, 30 г салата из морской капусты, 80 г вареного риса для суши, маринованный имбирь, паста васаби, соевый соус для суши.

Нарезать лист нори полосками 3–4 см шириной. Сформировать из вареного риса «брусочек» с закругленными краями, обернуть его полоской нори, так чтобы получилась «чашечка» и рис занимал не более половины внутри этой чашечки. Плотно соединить концы полоски, слегка смочив свободный край водой. Заполнить верхнюю часть чашечки начинкой из икры, мяса краба и салата из морской капусты, сверху украсить капелькой пасты васаби. Разложить суши на тарелке, подавать с имбирем и соевым соусом.

82. Суши нори-маки (Япония)

Для 18 штук: 150 г риса для суши, 200 мл воды, 2 ст. ложки рисового уксуса, 1 ст. ложка сахара, 1 ч. ложка соли, 3 пластины нори, 100 г филе тунца, паста васаби, соевый соус для суши, маринованный имбирь.

Промыть рис, поместить в сотейник, залить водой, накрыть крышкой. После закипания воды варить рис еще 15 минут на медленном огне. Снять сотейник с огня и, не открывая крышку, дать рису настояться 10 минут. Переложить рис в большую миску, добавить смесь из уксуса, сахара и соли, интенсивно размешать деревянной ложкой, помахивая крышкой над рисом, чтобы уксус выпарился. Лист нори положить длинной стороной к себе, сверху листа выложить рис, оставляя каемку 1,5–2 см от

дальнего длинного края. По центру на рис положить немного пасты васаби, а сверху тонкую полоску тунца (~1 см в сечении), закатать нори в рулет, так чтобы тунец был в середине. Рулет необходимо туго скатать при помощи бамбукового коврика, чтобы рис слипся. В качестве начинки также можно использовать креветку, мясо краба, копченый угорь, филе макрели, окуня, сельди и т.д. Разрезать готовый рулет на 6 частей, подавать на блюде для суши с имбирем, васаби и соевым соусом.

83. Футомаки суши (Япония)

Для 18 штук. Для приготовления риса: 150 г риса для суши, 200 мл воды, 2 ст. ложки рисового уксуса (можно яблочного), 1 ст. ложка сахара, 1 ч. ложка соли. Для начинки: 3 пластины нори, 50 г креветки, 50 г копченого угря, 1 болгарский перец, 1 свежий огурец, 1 дайкон, паста васаби, соевый соус, имбирь.

Приготовить рис (см. рецепт 80). Положить перед собой лист нори длинной стороной к себе и равномерно распределить на нем слой риса, оставляя каемку 1,5–2 см шириной у противоположного края. Сверху на рис (ближе к себе) распределить тонкой полоской пасту васаби, а затем уложить длинные полоски угря, огурца, креветки, перца, редьки. Свернуть рулет как можно плотнее, чтобы рис слипся. Нарезать рулет на 6 частей, подавать на блюде с маринованным имбирем, пастой васаби и соевым соусом.

84. Темаки-суши (Япония)

Для 18 штук: 150 г риса для суши, 9 листов нори, 200 г филе тунца, 50 г икры летучей рыбы, 3 ч. ложки соуса кимчи, 1 авокадо или свежий огурец, маринованный имбирь, соевый соус для суши.

Приготовить рис (см. рецепт 80). Листы нори разрезать пополам. Положить в левую руку половину листа блестящей стороной вниз, придерживая большим пальцем уголок нори. Слева на нори равномерно выкладываем слой риса (около половины площади), оставляя каемку (~1 см шириной) по краям. На рис (по диагонали) выложить начинку из смеси мелко нарезанного филе тунца, икры летучей рыбы и соуса кимчи, сверху начинки положить кусочек авокадо или огурца. В качестве начинки можно использовать крабовые палочки, красную рыбу, красную икру, мясо креветки и т.д. Правой рукой загнуть уголок нори (под большим пальцем) внутрь, затем взять левый угол и плотно свернуть кулёчек в форме конуса. Противоположный угол нори слегка смочить водой для склеивания. Заворачивая, плотно придавить, чтобы кулёчек не развалился. Подавать на блюде с имбирем и соевым соусом.

85. Суши с копченым лососем (Япония)

275 г риса для суши, 2 ст. ложки рисового уксуса, 1 ст. ложка сахара, 3 листа нори, 1 ст. ложка пасты васаби, свежий огурец, очищенный от семян и нарезанный длинными полосками, 50 г копченого лосося, нарезанного полосками, 4 пера зеленого лука, 1 яичный омлет, японский соевый соус для суши, маринованный имбирь, ½ ст. ложки соли.

Отварить рис и выложить его в неметаллическую миску. Смешать уксус, сахар и ½ ст. ложки соли и сбрызнуть этой смесью рис. Положить лист нори блестящей стороной вниз на бамбуковый коврик или на полотенце и выложить на него с помощью двух ложек, смоченных в воде, одну четверть охлажденного риса, оставив каемку листа нори с одной стороны, не занятой рисом (1 см шириной). Сверху намазать немного пасты васаби. На васаби положить полоску огурца, половину порции лосося и немного зеленого лука и плотно закатать рулетом в нори. Сделать также еще 2 рулета, но с использованием огурца, омлета и зеленого лука. Нарезать каждый рулет на 6 частей с помощью острого ножа, смачивая нож в воде перед каждым нарезанием. Подавать с соевым соусом и маринованным имбирем.

86. Суп из свежей порфиры (Гавайи)

1–2 чашки свежей порфиры, 2 ст. ложки соевого соуса, ½ чашки рубленого репчатого лука, 1 зубчик измельченного чеснока или лук-порей, 8 чашек воды, ¼ чашки бурого риса, ¼ дроби-

ного гороха, 1 морковь и 1 томат (нарезанные кубиками), 1 ч. ложка итальянской приправы, соль, черный молотый перец по вкусу.

Промыть порфиру, несколько раз меняя воду. Обсушить и поместить в кастрюлю с водой. Варить, помешивая, пока порфира не станет зеленой. Добавить соевый соус, лук, чеснок, продолжать готовить 5–10 минут, время от времени помешивая. Добавить оставшиеся ингредиенты, довести до кипения и убавить огонь. Томить около 2 часов. Посолить и поперчить по вкусу.

Каппафикус – *Kappaphycus* spp. (Rhodophyta)

Водоросли культивируют в лагунах или искусственных прудах южных стран АТР (рис. 36, 37). В настоящее время водоросли рода *Kappaphycus* – главные источники каррагинана в Юго-Восточной Азии. Из этих водорослей получают каррагинан, производят сладкие железные конфеты, готовят салаты и овощные супы (Тропо, 1993, 1998).

87. Пудинг из каппафикуса (*Kappaphycus alvarezii*) (Вьетнам)

300 г водоросли, 2 стакана воды, 200 г сахара, 10 г имбиря.

Высушенный и размоченный каппафикус измельчить на кусочки, залить двумя стаканами воды, добавить сахар. Кипятить на слабом огне 5–7 минут. В конце варки добавить измельченный имбирь.



Рис. 36. *Kappaphycus alvarezii* с плантаций в зал. Шон Хай (Вьетнам, провинция Нинь Туан), март 2006 г.



Рис. 37. Сушеный каппафикус на рынке в г. Нячанг

Дульсе, или морская пальма – *Palmaria palmata* (Rhodophyta)

Дульсе (рис. 38) содержит большое количество железа, калия, магния, йода, кальция и фосфора, а также белки, витамины А, С, Е, В₂, В₆. Ее добавляют в свежие овощные салаты, супы, хлеб.

88. Бульон из дульсе (Япония)

25 г сушеной дульсе, 1 средняя картофелина, 25 г сливочного масла, 0,5–1 ч. ложка лимонного сока, соль, черный молотый перец, 750 мл молока, твердый хлеб.

Поместить дульсе в чашку с водой, через 5–10 минут слить воду, обсушить и опустить в кастрюлю с водой, варить в течение 10 минут. После варки ее снова обсушить. Очистить и отварить картофель, сделать из него пюре. Соединить картофельное пюре, дульсе, сливочное масло и лимонный сок. В эту смесь добавить молоко, перемешать, довести до кипения и варить на медленном огне около 20 минут, часто помешивая. Добавить остатки лимонного сока. Подавать с хлебом.

89. Пирог с дульсе (Япония)

17 г дульсе, 1 маленький пакет готовой смеси для пирога (около 250 г), 300 мл молока, 3–4 яйца, 50 г тертого сыра, соль и черный молотый перец.

Замесить тесто и раскатать его в виде «колбаски» длиной до 20 см, уложить в блюдо для выпечки (овальной или круглой формы), смазать тесто жиром и оставить его при комнатной температуре на

30 минут, затем распределить тесто на блюде. Нагреть духовку до 200°C. Измельчить дульсе (лучше в блендере), поместить водоросль в сито и опустить в чашку с водой на 10 минут, затем вынуть сито из чашки и обсушить дульсе. Выложить дульсе на раскатанное тесто. Взбить яйца, добавить молоко и снова взбить, затем вылить эту смесь на пирог. Сверху посыпать сыром, посолить и поперчить. Выпекать 20 минут.

90. Дульсе с нашинкованной капустой (Япония)

25 г сушеной дульсе (измельченной), 50 г изюма, 175 г белой капусты (нашинкованной), 1 средняя морковь (тертая), лук-шалот (2 измельченных луковицы). Для соуса: 4 ст. ложки яблочного сока, соль и черный молотый перец.

Изюм положить в маленькую миску с теплой водой на 5 минут, до разбухания, затем просушить его. Поместить в большую чашку нашинкованную капусту, тертую морковь, лук-шалот, изюм, дульсе и перемешать. В маленькой миске смешать яблочный уксус, соль и перец, полить этой смесью салат и перемешать.

91. Дульсе с сыром (Япония)

25 г муки, 200 г тертого сыра (чеддер), 100 г сливочного масла или маргарина, 25 г дульсе (мелко нарезанной).

Смешать все ингредиенты, замесить тесто и раскатать его (~1,5 см толщиной), разрезать на кусочки, разместить их на смазанном жиром противне и выпекать в духовке при 200°C около 10 минут. После выпечки остудить. Хранить в герметичном контейнере.

92. Жареная дульсе (Япония)

1 луковица лука репчатого, 1 ст. ложка растительного масла, ½ красного сладкого перца, ½ желтого сладкого перца, 1 морковь, 1 чашка дульсе, 1–2 ст. ложки воды или бульона, соль по вкусу.



Рис. 38. Дульсе, морская пальма (*Palmaria palmata*), выращенная в интенсивной культуре на о-ве Зульд (Германия), декабрь 2004 г.

Нагреть масло в сковороде и обжарить в течение минуты нарезанные ломтиками лук, морковь и перец. Добавить дульсе и перемешать, затем добавить воду или бульон и продолжать готовить в течение 5–7 мин. Подавать с рисом.

93. Суп из водорослей (Япония)

Любые бурые водоросли, дульсе, вода, специи по вкусу.

Промыть водоросли в пресной воде. Поместить в кастрюлю, залить водой и варить около 30 минут. Добавить специи. Подавать можно и горячим, и холодным.

94. Спагетти с дульсе (Япония)

40 г дульсе, 175 мл оливкового масла, 50 г кедровых орешков, 3 зубчика чеснока, 50 г свежих листьев базилика, 50 г свежей петрушки, 50 г свежего сыра пармезан, порция спагетти.

Приготовить спагетти, затем промыть холодной водой. Обжарить охлажденные спагетти в кастрюле с оливковым маслом. Измельчить водоросль, петрушку, базилик, чеснок и кедровые орешки, все соединить, добавить тертый сыр, перемешать и посыпать этой смесью обжаренные спагетти.

Гелидиелла игольчатая – *Gelidiella acerosa* (Rhodophyta)

Во Вьетнаме эту водоросль называют «хи хоа» (рис 39). Из нее получают агар, готовят сладкое желе, добавляют в чай (Tsusui et al., 2005), на Филиппинах из этой водоросли готовят салаты (Trono, 1998).



Рис. 39. Гелидиелла игольчатая (*Gelidiella acerosa*) в литоральной ванне на мысе Баланг Ан (Вьетнам), март 2009 г.

95. Сладкий картофель с агаром из гелидиеллы (Япония)

2 больших сладких картофеляины (батат). Для сиропа: ¼ чашки нефilterованного яблочно-го сока, 2 ст. ложки агара, ½ чашки ячменного солода, ¼ чашки кленового сиропа, 2 ст. ложки ванильного экстракта, ¼ ч. ложки морской соли, ½ ч. ложки корицы, ¼ ч. ложки тертого мускатного ореха, ½ ч. ложки гвоздичного перца, ¼ ч. ложки гвоздики, 2 ст. ложки кудзу (белый крахмал из корня растения кудзу, используется для загустения приправ, соусов), 1 чашка измельченных орехов пекан.

Очистить и крупно нарезать сладкий картофель, положить его в 4-литровую кастрюлю с двумя чашками воды, кастрюлю накрыть, довести до кипения и варить картофель до готовности (~25 минут), после чего слить воду. Для приготовления сиропа: в кастрюле среднего размера смешать ячменный солод, кленовый сироп, ванильный экстракт, соль, корицу, мускатный орех, гвоздичный перец и гвоздику, добавить агар и тщательно перемешать. В отдельной чашке полностью растворить кудзу в 3 ст. ложках воды, интенсивно взбить и добавить в приготовленную смесь (сироп) с агаром. Приготовить пюре из сладкого картофеля с оставшимся ванильным экстрактом. Полить пюре сиропом и подождать несколько минут, затем переложить его в неглубокую кастрюлю, дать остыть при комнатной температуре и поставить в холодильник примерно на 1 час. Охлажденное пюре взбить в комбайне. Разложить орехи пекан на бумаге для выпечки и жарить 10 минут при температуре 350°C. Разложить по стаканам слоями пудинг и крем пекан, сверху посыпать жареным измельченным орехом.

96. Салат из агарового желе (Филиппины)

Желе из агара, зеленый манго (нарезанный ломтиками), сок каламанси (мускусный лайм), лук репчатый (мелко рубленый), соль, черный молотый перец по вкусу.

Опустить желе из агара в кипящую воду на 4–5 секунд, обсушить и промыть в воде, затем нарезать кусочками и поместить в глубокую тарелку. Добавить манго, лук, специи, перемешать и полить соком каламанси.

3.2. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ ИЗ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

В последнее время несмотря на новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности городское население практически всех стран испытывает недостаток в пище, богатой полезными для здоровья человека веществами. Пища городского человека почти всегда несбалансирована по минеральным элементам, витаминам, биологически активным веществам, а также часто по белкам, жирам и углеводам. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, радиоактивными и бытовыми отходами, а также удобрениями, пестицидами, гербицидами (результат интенсивного сельского хозяйства) делают нашу пищу вредной для здоровья. Попытки исправить положение путем перехода на полезные диеты малоэффективны, так как при этом необходимо использовать не вредную, а здоровую пищу. Производство так называемой «экологически чистой» пищи дорого, и такие продукты могут употреблять только богатые люди.

Деревенский житель, живущий «от земли» или «от моря», чаще всего не имеет этих проблем, так как использует свежие продукты, выращенные в индивидуальных хозяйствах (т.е. для себя), а не на полях с интенсивным земледелием и не на фермах с интенсивным животноводством.

Чтобы нейтрализовать негативное воздействие на организм некачественных или «пустых» (не содержащих витамины и другие биологически активные вещества) пищевых продуктов, городские жители все чаще начинают прибегать к помощи биологически активных добавок (БАД) к пище. БАДы являются, как это принято называть, функциональной пищей, т.е. человек, принимающий добавки, уже из аннотации к препарату знает, с какими целями он будет это употреблять: для очистки организма от «шлаков», поддержания иммунитета, улучшения пищеварения и т.д.

БАД и любая другая функциональная пища приготавливаются из растений, различных органов животных, а также из минералов и содержат полезные для человека вещества в легко усвояемой форме. Одной из основных функциональных особенностей БАДов является очистка нашего организма (крови, лимфы, ЖКТ, печени и других органов) от вредных веществ и радикалов, окисляющих нестойкие вещества клеточных мембран (Halliwell, Gutteridge, 1987). Агрессивные радикалы образуются в организме человека всегда, но особенно большое их количество накапливается у больного человека. Они окисляют липиды и денатурируют белки мембран, нарушая их целостность. Здоровый организм имеет свои собственные средства защиты против агрессивных радикалов, это антиоксиданты ферментной и неферментной природы. Однако при нарушении обмена веществ во время или после болезни биосинтез этих защитных веществ значительно ослаблен и для восстановления нормального обмена требуется пища, богатая антиоксидантами и другими биологически активными веществами и химическими элементами.

В последнее время растет интерес к натуральным антиоксидантам, так как клинические исследования подтверждают, что использование в пищу свежих овощей и фруктов снижает риск развития хронических заболеваний, в том числе раковых. Природные вещества, используемые в фитотерапии, не имеют побочных эффектов, как это случается при применении лекарств, полученных синтетическим путем.

Главными источниками природных антиоксидантов являются травы, специи, некоторые овощи. Морские растения, особенно водоросли, также являются природным источником антиоксидантов и биологически активных компонентов, таких как каротиноиды, пищевые волокна, белки-ферменты, непредельные жирные кислоты, витамины и минералы.

Какие же БАДы изготавливают из морских растений и чем они полезны? Из бурых водорослей, таких как сахарина (*Saccharina* spp.), ламинария (*Laminaria* spp.), фукус (*Fucus* spp.), аскофиллум (*Ascophyllum* spp.), макроцистис (*Macrocystis* spp.) и других, производят биологически активные добавки, содержащие хорошо усваиваемые соединения йода, способные дополнить обычно бедный этим элементом рацион. БАДы из водорослей богаты не только йодом, но и такими макроэлементами, как Ca, K, Na, и микроэлементами Mg, Mo, Zn, Co, Fe, Mn и др.

Пищевые добавки из бурых водорослей проявляют свойства энтеросорбентов, т.е. очищают ЖКТ человека от свободных радикалов и тяжелых металлов. Хотя водоросли и содержат в своем составе тяжелые металлы, но они в большей части связаны с полисахаридами, которые не перевариваются в ЖКТ человека, и металлы не попадают в организм человека при употреблении водорослей. В то же время уже имеющиеся в организме тяжелые металлы и радиоактивные элементы выводятся из организма вместе с калом и мочой при употреблении в пищу бурых водорослей или альгинатов.

Краткие выписки из рекламных листовок фирм не дают представления о механизмах действия БАДов на человека, однако показывают широту применения пищевых добавок, произведенных из бурых водорослей. Так, БАДы американского производства «Seavite», произведенные фирмой «Seavite Premium Atlantic», полученные из нескольких видов *Laminaria*, являются источником йода, очищают ЖКТ от тяжелых металлов, снижают уровень стронция-90 в организме человека, помогают при лечении таких заболеваний, как лейкоз, рак кости, а также при сердечно-сосудистых заболеваниях.

Международная фармацевтическая фирма «Santegra» выпускает несколько видов пищевых добавок, полученных из водорослей. Продукт «Phenalgin» из бурой водоросли *Cystoseira humilis* [= *C. canariensis*] содержит витамины группы В и высоко активные полифенолы – флоротаннины, которые проявляют высокую антиоксидантную активность. Содержащийся в БАДах феналгин способствует поддержанию высокого уровня работоспособности и регулирует вес.

БАДы получают не только из водорослей, но и из морских трав, содержащих зостерин. Низкомолекулярные фракции зостерина способны всасываться из ЖКТ человека в кровь и связывать непосредственно в крови вредные вещества, которые вместе с зостерином выводятся из организма с мочой и потом. Высокомолекулярные фракции зостерина, не перевариваясь в ЖКТ и обладая хемосорбцией, поглощают вредные вещества (свободные радикалы, металлы и др.) непосредственно в ЖКТ и выводят их из организма.

В последние два десятилетия биологически активные пищевые добавки из водорослей находят широкое применение, особенно в развитых странах. Однако до настоящего времени еще не до конца разработаны методы оценки качества и возможных противопоказаний при употреблении БАДов. В то же время уже имеются примеры отрицательного влияния БАДов на здоровье человека. Так, известно, что во второй половине двадцатого века одним из основных заболеваний, от которого умирали люди в США, был рак толстой кишки. Было предположено, что это заболевание вызвано диетой, включающей в себя использование большого количества пищевых добавок в виде частично гидролизованного каррагинана, содержащегося в большинстве кондитерских изделий и молочных продуктов. J.K. Tobacman et al. (2001) провели исследования по проверке этой гипотезы и сделали заключение, что увеличение случаев болезни рака в США в двадцатом веке могло быть связано с употреблением каррагинана, а возможно, и других водорастворимых полимеров. Корреляционные анализы, проведенные среди людей в возрасте от 10 до 35 лет, часто употреблявших и почти не употреблявших продукты с каррагинаном, показали, что увеличенное употребление таких продуктов положительно коррелирует с частотой заболевания раком.

В настоящее время проблема состоит в том, что в большинстве случаев мы не имеем научно обоснованных данных о пользе или вреде применения БАДов из морских растений. Однако исследования в этом направлении ведутся во всем мире, и большинство исследователей считают, что люди с такими заболеваниями, как опухоли, диабет, гипертония, нарушение функций щитовидной железы, должны избегать приема БАДов, сделанных на основе гидролизованных биополимеров. Нежелательно применять БАДы кормящим матерям, а также детям. В настоящее время вопрос об использовании БАДов в клинической практике остается открытым и является больше предметом для дискуссий, нежели рекомендаций.

3.3. ПОЛИСАХАРИДЫ ИЗ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ, ИХ ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Полисахариды – это наиболее используемые вещества из морских растений. Спектр использования полисахаридов очень широк: от производства прохладительных напитков до смазочных материалов. В мире собирают и выращивают миллионы тонн водорослей, главным образом для получения полисахаридов. Промышленно производят в основном три полисахарида: агар и каррагинан из красных водорослей и альгинаты из бурых. Кроме того, получают фукоидан и ламинаран из бурых водорослей, а также хипнеан из *Hypnea* spp., фуноран из *Gloiopeltis* spp., иридофикан из *Iridea* spp. и филлофоран из *Phyllophora* spp.

3.3.1. АГАР

Полисахарид агар содержится во всех видах водорослей порядков Gelidiales, Gracilariales, Ceramiales и Rhodymeniales (Fredericq et al., 1996). Традиционно в странах АТР агар получают преимущественно из водорослей, относящихся к родам *Gracilaria*, *Ahnfeltia* и *Gelidium*. Химически неизменный, или «сырой» агар получают во многих странах простыми традиционными методами. Промышленные предприятия производят в большей части химически измененный агар разного качества (рис. 40).

Методы получения агара

Впервые агар стали получать в восточных странах и использовать его как желирующую добавку к пище. Так, в Японии производство агара было налажено уже в четырнадцатом веке новой эры. Производство «сырого» агара в Японии народными методами продолжается по сей день.



Рис. 40. Экспериментальное производство агара из различных видов грацилярии в Институте океанографии Вьетнамской академии наук (г. Нячанг, 80-е гг. прошлого столетия)

Современные методы получения агара основаны на трех основных операциях: 1) экстракция, 2) замораживание–оттаивание и 3) высушивание. Во всех этих операциях применяются современные технологии и оборудование. Основные отличия в обработке водорослей перед экстракцией зависят главным образом от используемых видов водорослей. Так, гелидиум промывается пресной водой от песка и морской соли, агар экстрагируется пресной водой. Грацилярия также промывается пресной водой, но перед экстракцией агара обрабатывается щелочью, что увеличивает прочность агарового геля. Для этого водоросли нагревают в 2–5%-ном растворе щелочи (NaOH) до 85–90°C в течение часа. После удаления щелочи их промывают водой или слабокислым раствором.

Агар из гелидиума экстрагируют при кипячении (105–110°C) под давлением в течение 2–4 часов. Агар из грацилярии обычно экстрагируют водой при температуре 95–100°C в течение 24 часов. Дальнейший процесс получения агара одинаков для обоих видов водорослей.

Вначале проводят грубую фильтрацию смеси, чтобы освободить экстракт от остатков водорослей, затем – тонкую фильтрацию экстракта под давлением при высокой температуре. В дальнейшем экстракт охлаждают, чтобы сформировался гель, который разрезают на куски. Такой гель содержит около 1% агара и 99% воды и может содержать соли, пигменты и растворимые углеводы.

Одним из методов освобождения агара от воды является замораживание–оттаивание. Гель медленно замораживают, чтобы образовались крупные кристаллы льда. Структура геля при замораживании нарушается, и когда кристаллы тают, вода высвобождается из геля, далее сконцентрированный таким образом гель (содержащий 10–12% агара) высушивают горячим воздухом до твердого состояния и измельчают до кусочков нужного размера. При этом методе получения агара наиболее дорогостоящей является операция по замораживанию–оттаиванию.

Для освобождения агарового геля от воды используют высокое давление, вода выдавливается из геля, заключенного между металлическими пластинами. Гель, оставшийся между пластинами после обработки, содержит около 20% агара, его разрезают и высушивают горячим воздухом, а затем твердый агар измельчают. В этом процессе значительное количество энергии тратится на

сушку агара. При производстве агара расходуется большое количество пресной воды, особенно при производстве агара из гелидиума. Большое количество жидких отходов при производстве агара требует затрат на их очистку при вторичном использовании.

Из грацилярии и гелидиума описанными выше методами получают соответственно пищевой и бактериологический агар. Пищевой агар обычно окрашен и имеет слабый запах водорослей, выпускается такой агар в виде полосок или пудры. Бактериологический агар не имеет цвета и запаха и желируется при 41°C в отличие от пищевого агара, который желируется при 34–36°C. Бактериологический агар не должен содержать каких-либо веществ, ингибирующих рост бактерий, таких как соли металлов, растворимые углеводы или белки, а также бактерии и их споры. Гель из бактериологического агара должен быть прочным и связывать (растворять в себе) необходимые для питания бактерий вещества.

Агар можно разделить на два вещества: агарозу и агаропектин. Агароза – хорошо желирующий компонент, агаропектин желируется слабо. В настоящее время имеется немного производств, где получают агарозу (Armisen and Galatas, 1987). В то же время потребность в агарозе все время растет из-за развития биотехнологических производств.

Производство агара в мире

Всего в 2001 году было произведено 7630 т агара, из них: в Европе – 10%, Африке – 14%, Америке – 39% и в Азиатско-Тихоокеанском регионе – 37% от мирового производства (<http://www.fao.org>, июль 2008).

Чили является основным производителем агара в мире. На фабриках Чили ежегодно производится около 2000 т агара (из *Gracilaria chilensis* и *Gracilariopsis lemaneiformis*) разного качества (Alveal, 1997, 1998, 2007; Romo et al., 2006).

Япония производит агар из таких водорослей, как грацилария и гелидиум, импортируемых из Индонезии, Филиппин, Чили, Испании и Португалии. Всего импортируется около 20000 т сухих водорослей, из них производится около 1200 т агара, из которых 900 т экспортируется.

Корея (Ohno, Largo, 1998; Sohn, 1998) производит около 800 т главным образом пищевого агара в год* из грацилярии и гелидиума, импортируемых из других стран.

Соединенные Штаты Америки дают около 8% мирового производства агара, что составляет около 600 т пищевого и бактериологического агара, а также агарозы (Merrill, Waaland, 1998).

Испания производит пищевой и бактериологический агар, а также агарозу (10 т в год). Общая продукция агара составляет около 600 т. Большая часть продукта экспортируется. Агаровая промышленность Испании базируется как на традиционном сырье (*Gelidium* spp.), собираемом вдоль побережья Испании и Португалии, так и на привозном из Чили (грацилярия) и Южной Африки (гелидиум) (Melo, 1998).

Китай производит около 300 т пищевого агара из водорослей, выращенных на плантациях и собранных из естественных зарослей: *Gracilaria vermiculophylla* [= *G. asiatica*], *G. tenuistipitata* и *Gelidium amansii* (Wu, 1998; Tseng, 2001).

Индонезия вырабатывает (из грацилярии и гелидиума) около 260 т пищевого агара, который частично экспортируется (Istini et al., 1998, Akirim, 2007).

В Италии 250 т пищевого агара производится только из привозного сырья (Cecere, 1998).

В Аргентине вырабатывается 200–300 т агара, главным образом из *Gracilaria verrucosa*, собранной из естественных зарослей и культивируемой на плантациях. Агаром снабжают как местный рынок, так и экспортируют в США и Парагвай (Critchley, Ohno, 1998).

Индия производит 100–160 т пищевого и бактериологического агара. Пищевой агар производят главным образом из *Hydropuntia edulis* [= *Gracilaria edulis*], бактериологический – из *Gelidiella acerosa* (Mairh et al., 1998; <http://www.fao.org>, 2008).

* Здесь и далее объемы получаемого агара указаны за год.

В Португалии получают как пищевой, так и бактериологический агар; всего около 100 т в основном из *Gelidium corneum* [= *Gelidium sesquipedale*] и *Pterocladia capillacea* [= *Pterocladia capillacea*], собранных вдоль побережья страны, большая часть агара экспортируется в США и Европу (Sousa-Pinto, 1998; www.iberagar.com, 2008).

Франция вырабатывает до 100 т главным образом высококачественного бактериологического агара и агарозы, в основном из *G. corneum*, собираемого вдоль побережья Франции, Испании и Португалии (Kaas, 1998).

Марокко производит агар из *G. corneum*, собранного из естественных популяций, и занимает одно из первых мест в мире по экспорту этого продукта (<http://www.fao.org>, 2008).

Вьетнам вырабатывает 80–100 т пищевого агара из *G. tenuistipitata*, *Gracilaria vermiculophylla* [= *G. asiatica*] и частично из *G. acerosa*, собранных в море и выращенных на плантациях.

В Мексике производят 40–75 т агара из мексиканских видов рода *Gelidium* (Pacheco-Ruiz, Aguilar-Rosas, 1984; Robledo, 1998).

Новая Зеландия является основным производителем бактериологического агара из *Pterocladia lucida*. Всего в Новой Зеландии производят около 30 т агара (Brown, 1998).

Таиланд ежегодно вырабатывает около 40 т пищевого агара для местного рынка (Lewmanomont, 1998).

В Перу пищевой агар производит также для внутреннего потребления главным образом из *Gracilariopsis lemaneiformis* [= *Gracilaria lemaneiformis*] и *Gelidium howei* (Acleto, 1998).

В Бразилии агар получают из местных видов грацилярии. Всего вырабатывают до 40 т (Oliveira, 1998).

В России агар экстрагируют в основном из неприкрепленной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis*, произрастающей на юге Дальнего Востока. В 80–90-е гг. прошлого столетия в Японском море добывали около 1800 т сух. м. анфельции «из пласта» и из береговых выбросов и получали около 120–150 т агара (Титлянов и др., 1993; Суховеева, Подкорытова, 2006). В настоящее время производство агара резко уменьшилось.

В 60–80-е гг. прошлого столетия рынок агара сокращался за счет замены его в пищевой промышленности другими качественными и дешевыми фикоколлоидами, такими как каррагинаны и альгинаты. С 90-х гг. прошлого столетия рынок пищевого агара стабилизировался и вряд ли изменится в ближайшие 10–20 лет. В настоящее время рынок бактериологического агара также стабилизировался, однако цена на него повышается из-за большого спроса и более качественной, чем в прошлые годы, очистки этого продукта. В настоящее время производится и продается всего около 50 т агарозы (<http://www.fao.org>, 2008). Рынок агарозы растет и будет расти в течение ближайших 5 лет в связи с развитием биотехнологий.

Использование агара

Агар широко используется во многих отраслях промышленности и в быту из-за его способности образовывать гель с уникальными свойствами. Большая разница в температурах, при которых гель образуется и плавится, придает ему эти свойства. Около 90% производимого агара используется в пищу, а остальной агар – для технических целей. Используют агар в хлебопечении, в производстве мороженого, пирожных, фруктовых пудингов (гелей), джемов и мармелада. В последнее время агар нашел применение в пищевой промышленности как вещество, способствующее легкому отделению продукта от различного рода современных упаковок. Так как агар не имеет вкуса и запаха, он добавляется в пищу только вместе с другими веществами. Особое применение агаровый гель находит в производстве сладкого десерта: конфет и пастилы, так как удерживает в своей структуре сахар, краски и отдушки, причем при добавлении сахара плотность геля увеличивается. В комбинации с другими биокolloидами агар используется для стабилизации щербетов и мороженого. Агар используется также для приготовления мясных и рыбных продуктов. Он улуч-

шает текстуру молочных продуктов, мягкого сыра и йогурта, используется для осветления вина, особенно сливового, которое трудно осветлить другим способом. Агар не переваривается в ЖКТ человека и поэтому является основным компонентом малокалорийных блюд. Он используется в текстильной, бумажной и кожевенной промышленности. В парфюмерии агар применяют для стабилизации эмульсий и суспензий. В фармакологии его используют как желирующее вещество и адсорбент при изготовлении таблеток и капсул. В цветоводстве и растениеводстве агар применяют как нейтральный носитель питательных веществ, его используют при выращивании проростков.

Бактериологический агар широко используется в медицинских, биотехнологических и научно-исследовательских работах: для выращивания бактерий, в культивировании меристемы и других тканей, а также при тестировании наличия бактерий в воздухе, воде и почве.

Агароза применяется в высокотехнологичных отраслях промышленности и в научно-исследовательских работах. Ее широко применяют в современной биохимии и молекулярной биологии для выделения, очистки и анализа биополимеров: белков, полисахаридов, нуклеиновых кислот (Суховеева, Подкорытова, 2006), а также как среду для иммобилизации клеток и ферментов в биотехнологических процессах (Renn, 1984).

3.3.2. КАРРАГИНАН

Способы получения каррагинана

В начале XX века из экстрактов некоторых красных водорослей стали промышленно получать каррагинан. Скачок в производстве каррагинана произошел в начале 60-х гг. прошлого столетия, когда каррагинан стал широко применяться в пищевой промышленности. В странах АТР, как и во всем мире, каррагинан получают из представителей родов *Chondrus*, *Eucheuma* и *Carpathyrus*.

Исходный метод получения «сырого» (неизмененного химически) каррагинана состоит в следующем: каррагинан экстрагируется из водорослей водой, остатки водорослей отделяются от экстракта фильтрованием, после чего экстракт выпаривается досуха. В настоящее время этот метод экстракции каррагинана применяется только в домашних условиях. Сегодня промышленное производство каррагинана основано на других, более технологичных методах (Подкорытова и др., 1994).

Получение полуочищенного каррагинана и водорослевой муки. При производстве полуочищенного каррагинана используются водоросли из родов *Carpathyrus* и *Eucheuma*. Свежие водоросли помещают в металлические сосуды, заливают раствором щелочи (KOH), и смесь нагревают в течение двух часов. Щелочь проникает внутрь слоевищ водорослей, уменьшая количество сульфатов в молекуле каррагинана и относительно увеличивая количество галактозы или ее 3,6-ангидрида. Каррагинан образует гель внутри водорослей и не растворяется в воде. Растворимые белки, углеводы и соли остаются в растворе и удаляются вместе с ним. Остатки водорослей промывают несколько раз водой, чтобы удалить щелочь. Промытый водой материал высушивают под открытым небом на солнце около двух дней, после чего его измельчают и растирают в муку, которую упаковывают в мешки и продают как «водорослевую муку». Этот продукт, содержащий каррагинан, имеет неприятный запах, а также содержит различные бактерии и непригоден в пищу. Однако он имеет большой спрос на рынке фикоколлоидов, где его покупают в качестве сырья (для получения каррагинана) страны, не имеющие собственных запасов каррагинансодержащих водорослей. Для производства полуочищенного каррагинана в настоящее время используется главным образом выращенный *Carpathyrus alvarezii*, содержащий каппа-каррагинан.

Очищенный или отфильтрованный каррагинан. Этот продукт был впервые произведен из *Chondrus crispus*, а в настоящее время его получают практически из всех каррагинансодержащих видов. Водоросли промывают и нагревают в растворе щелочи в течение нескольких часов. Щелочь используют для того, чтобы увеличить прочность геля в конечном продукте. Нерастворимые

в воде остатки водорослей отделяют от раствора центрифугированием, фильтрацией или комбинацией этих операций, затем раствор фильтруют под давлением. Экстракт, содержащий 1–2% каррагинана, концентрируют до 2–3% содержания продукта путем вакуумной дистилляции или ультрафильтрации.

Существует два метода получения твердого каррагинана из раствора. Это метод осаждения биокolloидов спиртом, используемый для получения разных типов каррагинана, и метод дегидрирования геля путем прессования под давлением или путем замораживания–оттаивания, последний используется только для получения каппа-каррагинана.

При первом методе к водному раствору каррагинана добавляется изопропиловый спирт до тех пор, пока весь каррагинан не выпадет в осадок. Осадок отделяют от раствора центрифугированием или фильтрацией, затем его прессуют для освобождения от растворителя и промывают изопропанолом. Остаток сушат и размалывают.

При втором методе полученный разными способами гель каррагинана дегидратируют путем замораживания–оттаивания. Удобно формировать гель в виде спагетти, пропуская раствор каррагинана через небольшие отверстия прямо в растворе KCl. Образовавшиеся «спагетти» промывают калиевой солью и затем прессуют, чтобы освободиться от части воды, затем гель замораживают. После размораживания от геля отделяют воду, промывают раствором соли, режут и сушат горячим воздухом. Полученный продукт неизбежно содержит некоторое количество соли. Методом альтернативным описанному выше является способ освобождения геля от воды путем прессования, где используется оборудование, применяемое при производстве агара.

Филиппинский натуральный продукт, получаемый из водоросли рода *Eucheuma*. Обработанные щелочью и отмытые от нее водоросли измельчают и химически отбеливают, чтобы обесцветить сырье и убить бактерии. После промывания от отбеливателя сырье высушивают в специальных закрытых сушилках, которые позволяют не только высушить, но и не загрязнить его бактериями (как это происходит при сушке на открытом воздухе). Если каррагинан все же содержит некоторое количество бактерий, то его промывают этиловым спиртом, который после обработки удаляют в вакуумной сушилке.

Мировое производство каррагинана

Производство каррагинана в 70-е гг. прошлого столетия составляло 8000–9000 т, а в 2000 г. оно достигло уже 27000 т. США, Дания и Франция контролируют рынок каррагинана. США и Дания не имеют запасов каррагинансодержащих водорослей и используют для производства каррагинана привозные сухие водоросли или сырой (неочищенный) каррагинан, произведенный в других странах (Critchley, Ohno, 1998).

США в 2001 г. имели более 35% мирового производства каррагинана, это около 10000 т продукта, в основном очищенного каррагинана высокого качества, который получают из сырого полуочищенного продукта и из сухих водорослей, ввозимых из Индонезии и Филиппин, а также из *Chondrus crispus*, импортируемого из Европы и Канады (Merrill, Waaland, 1998; Lindstrom, 1998).

Франция импортирует около 14000 т сухих водорослей (*Eucheuma denticulatum* и *Kappaphycus alvarezii*) из Индонезии, Филиппин и других стран для производства высококачественного каррагинана (Kaas, 1998). При такой поставке сырья Франция должна производить не менее 7000 т каррагинана.

Япония производит каррагинана около 3000 т, главным образом из *Eucheuma* spp., *Kappaphycus* spp., импортируемых из Юго-Восточной Азии, а также из *Chondrus* spp. и *Gigartina* spp. – из Европы (Ohno, Largo, 1998).

Испания ежегодно производит в среднем около 1600 т каррагинана в основном из водорослей, импортируемых с Филиппин и Индонезии (*Eucheuma* spp.), 60–80% готового продукта экспортируется в другие индустриально развитые страны (Juanes, Sosa, 1998).

Чили производит более 1000 т каррагинана из *Iridaea ciliata*, собираемой вдоль побережья, и из видов *Eucheuma*, выращенных на плантациях (Alveal, 1998).

Новая Зеландия получает к-каррагинан из водорослей, импортируемых с островов Южной Пацифики, Фиджи, Тонго, а также из Индонезии и Филиппин (Luxton, Courtney, 1987). Продукция каррагинана в Новой Зеландии в середине 80-х гг. прошлого столетия составляла около 1000 т готового продукта, из которых 40 т продавалось на местном рынке (Brown, 1998).

Китай вырабатывает около 400 т каррагинана в основном из местных видов водорослей, таких как *Betaphycus gelatinum* [= *Eucheuma gelatinae*] и *Hypnea* spp., собираемых в южных провинциях (Critchley, Ohno, 1998).

Филиппины получают каррагинан из водорослей родов *Eucheuma* и *Kappaphycus*, выращиваемых на плантациях. Кроме того, эти водоросли экспортируются за границу в сыром и сухом виде, как полуготовый каррагинан в виде муки или как готовый продукт. Последние два вида продуктов преобладают в экспорте (<http://www.fao.org>, 2008).

Малайзия производит каррагинан из *Eucheuma* spp., выращенных на плантациях. В этой стране производство каррагинана было основано только в 1988 г., а в 1995 г. каррагинан уже выпускали 7 компаний (<http://www.fao.org>, 2008).

Индонезия выпускает каррагинан в виде полуфабриката (Akirim, 2007) и экспортирует его в такие страны, как Новая Зеландия, Англия, Германия, Франция, Австрия и Япония для дальнейшей обработки (<http://www.fao.org>, 2008).

Использование каррагинана

Относительно невысокая и стабильная цена каррагинана (от 3,3 до 4,5 американских долларов за килограмм), его физико-химические свойства, а также очень низкие применяемые концентрации сделали этот продукт высококонкурентным на рынке загустителей и гелеобразователей. Каррагинан, имеющий свойства загустителя, стабилизирующего и гелеобразующего компонента, влияет на свойства материалов, с которыми он смешивается, и, также как агар, применяется в производстве хлебобулочных изделий, молочных продуктов, различного рода напитков, в консервировании мяса и рыбы, а также как диетическая добавка. Каррагинан реагирует с белками, содержащимися в молоке и муке, предотвращая их денатурацию, и придает продуктам вязкость и желеобразующие свойства. Каррагинан, также как и агар, не переваривается в ЖКТ человека.

Полисахариды группы каррагинана обладают разнообразной биологической активностью. Перспективным оказался поиск среди них антикоагулянтов крови – аналогов гепарина (Renn, 1984). В медицине к-каррагинан используют как заменитель агара при проведении вирусологических и иммунологических исследований, в качестве антиопухолевого, противовоспалительного средства, иммуномодулятора. Он является основой питательных сред, а также применяется для приготовления таблеток и капсул. Известно, что каррагинан замедляет свертывание крови, обладает противосклеротическим эффектом, ингибирует опухолевые метастазы.

Кроме пищевой и медицинской отраслей каррагинан используют в качестве стабилизатора при изготовлении косметических средств (Wheaton, Lawson, 1985): лосьонов, кремов, шампуней. Каррагинан придает коже мягкость и бархатистость, а волосам – блеск и шелковистость. Каррагинан используют для увеличения вязкости зубных паст. Известно применение каррагинана и в текстильной промышленности (Sandford, Baird, 1983; Witt, 1985; Stephen, Williams, 2006). В биотехнологии применяется главным образом к-каррагинан. Его водные растворы образуют прочные, эластичные и термообратимые гели. Температура образования геля и его прочность зависят от концентрации полимера, количества и типа катионов, присутствующих в растворе (Суховеева, Подкорытова, 2006).

3.3.3. АЛЬГИНАТЫ

Альгинаты это – соли альгиновой кислоты, получаемые в основном из таких бурых водорослей, как *Macrocystis pyrifera*, *M. leutkeana* (США), *Ascophyllum nodosum* (Норвегия), *Laminaria digitata* (Франция), *L. hyperborea* (Англия), *Saccharina latissima* и *S. japonica* (Китай, Япония), *Lessonia trabeculata* (Япония, США), *Ecklonia maxima*, *Alaria* spp. (Япония), *Durvillaea antarctica* (Англия, США), *Sargassum* spp. (Китай и Вьетнам), а также *Ecklonia maxima* (Южная Африка).

Способы получения альгинатов и альгиновой кислоты

Наиболее подробно методы получения альгиновой кислоты и альгинатов описаны в книге М.В. Суховеевой и А.В. Подкорытовой (2006). Методы основаны на получении продуктов из ламинариевых водорослей, произрастающих в морях Дальнего Востока России. Ниже приводится описание технологического процесса по упомянутой книге в сокращенном виде.

Подготовка материала. Водоросли промывают в морской или пресной воде, удаляют песок, слизь и другие загрязнения. Сырые или восстановленные слоевища водорослей измельчают на кусочки размером 4–9 см².

Деминерализация. Деминерализацию проводят для превращения альгинатов, содержащихся в водорослях, в альгиновую кислоту. Водоросли загружают в перфорированные корзины, опускают в реактор и заливают 1,0–2,0%-ным раствором соляной или серной кислоты при температуре 30–35°C и соотношении массы сырых водорослей к массе раствора 1:1 или в соотношении воздушно-сухой массы водорослей к массе раствора 1:15, выдерживают в течение 1,0–2,0 ч при периодическом прокачивании смеси воздухом или ее перемешивании механической мешалкой с частотой вращения 10–15 об/мин.

После деминерализации перфорированную емкость с водорослями вынимают из раствора, дают возможность стечь жидкости в течение 15–20 мин, 2–3 раза промывают пресной водой (1–20°C) и отстаивают водоросли в воде в соотношении 1:5 в течение 30 мин при периодическом перемешивании. После этого водоросли еще раз промывают до pH 7 в промывных водах.

Экстракция. Деминерализованные водоросли, промытые водой, помещают в реактор и заливают горячей водой с температурой 80°C в соотношении 1: 8, добавляют углекислый натрий (Na₂CO₃) из расчета 10% к массе исходных сухих водорослей и доводят pH раствора до 8,5–9,0. Экстракцию проводят в течение 6–8 ч при температуре 80–90°C, поддерживая pH раствора на уровне 8,5–9,0. Водоросли периодически перемешивают. При получении слишком густого экстракта в смесь добавляют еще 2 части горячей воды, перемешивают и затем настаивают в течение 4–6 ч.

Фильтрация. После экстрагирования альгинатов смесь фильтруют вначале на вибро- или ротационном сите, а затем проводят более тонкую очистку с использованием пресс-фильтров, барабанных вакуумных фильтров или центрифуги. Очищенный экстракт с содержанием примесей не более 0,4 г/л охлаждают до температуры 10–20°C.

Экстракт используют для получения альгиновой кислоты, альгината кальция, альгината натрия или смешанных натрий-кальциевой или калий-кальциевой солей.

Осаждение геля альгината кальция. В охлажденный экстракт с температурой не выше 20°C при интенсивном перемешивании добавляют дозированный объем 10%-ного раствора хлористого кальция. Осажденный гель выдерживают в течение 20–30 мин до полного созревания при периодическом перемешивании и далее переносят на вибросито для отделения его от жидкой фракции. Гель альгината кальция дважды промывают горячей водой при температуре 90±5°C.

Обезвоживание геля альгината кальция. Отделение избытка воды от геля альгината кальция производят на гидравлическом прессе или центрифуге до доли сухих веществ в геле не менее 10%. Полученный продукт направляют на гранулирование.

Гранулирование. Частично обезвоженный гель альгината кальция измельчают на кусочки до 6 мм в диаметре. Гранулы альгината кальция или высушивают, или хранят в замороженном состоянии при температуре минус 18°C. Такой продукт можно использовать как полуфабрикат для получения альгиновой кислоты или альгината.

Осаждение геля альгиновой кислоты. Альгиновую кислоту осаждают из очищенного экстракта альгинатов путем добавления к нему 18%-ного раствора соляной кислоты или концентрированного раствора серной кислоты. Гель альгиновой кислоты выпадает в раствор в виде крупных белых сгустков при достижении pH раствора между 2–3. Смесь выдерживают при периодическом перемешивании в течение 20–30 мин для завершения реакции образования альгиновой кислоты, созревания и уплотнения геля. Затем смесь переносят на вибросито, где промывают водой при температуре 90–95°C до pH 3,0–3,5. Промытый гель отделяют от избытка воды прессованием или центрифугированием, гранулируют и направляют на сушку.

Для получения альгиновой кислоты из геля альгината кальция последний помещают в емкость, размораживают (если он замороженный) и обрабатывают дважды 2%-ным раствором соляной кислоты в соотношении 1:2 (альгинат кальция: раствор кислоты) при периодическом перемешивании в течение 0,5–1,0 ч.

После обработки раствором кислоты в результате химической реакции замещения катиона кальция на ион водорода альгинат кальция превращается в альгиновую кислоту, которую затем освобождают от избытка соляной кислоты промыванием водопроводной или дистиллированной водой до pH 3,0–3,5. Затем альгиновую кислоту сушат или используют для получения альгината натрия.

Получение альгината натрия. Частично обезвоженный гель альгиновой кислоты помещают в смеситель, снабженный мешалкой, куда добавляют раствор карбоната натрия. Если доля сухих веществ в геле альгиновой кислоты составляет около 10%, то карбонат натрия добавляют из расчета 3 кг соли на 100 кг геля и воды. Смесь выдерживают при периодическом перемешивании в течение 5–6 ч.

Полученный пастообразный альгинат натрия должен быть однородным, прозрачным и иметь pH около 6,5. Продукт обезвоживают и сушат. Для этого пасту альгината натрия заливают этиловым спиртом в соотношении 1:2 (альгинат: спирт), тщательно перемешивают до образования крепких волокон альгината и выдерживают в спирте не менее 30 мин, после чего спирт отделяют от осадка на вибросите. Обезвоженный спиртом альгинат измельчают на грануляторе, помещают ровным слоем на поддоны и сушат при температуре 50–70°C до содержания в нем влаги не более 15%. Высушенный продукт измельчают.

Страны, производящие альгинаты

В настоящее время в мире вырабатывают около 30000 т альгинатов. Основными производителями являются такие страны, как Япония, Китай, Индонезия, Норвегия, Великобритания, Франция, США, Чили.

Япония производит ежегодно около 1000–1500 т альгинатов главным образом из *Ecklonia maxima* и *Durvillaea antarctica*, импортируемых из Чили и Южной Африки. Альгинаты, выработанные в Японии, имеют высокое качество и экспортируются в другие страны, где находят применение в пищевой и фармацевтической промышленности (Ohno, 1998).

Китай производит около 8000 т альгиновой кислоты в основном из *Sargassum* spp., обитающего вдоль побережья Китая, а также из *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*], широко культивируемой в стране. Из нее получают не только альгинаты, но также йод и маннитол (Tseng, 2001).

Индонезия производит около 300 т альгинатов преимущественно из местных видов саргасов. В последнее время одна из индонезийских фирм «PT Merlindo Rekatra» производит из саргасов медицинский продукт «Seahealth» и экспортирует его в Китай (Istini et al., 1998).

Норвегия производит более 3000 т альгинатов из местной популяции *Ascophyllum nodosum* (запасы которого в этой стране еще значительны), а также из импортного материала.

Англия производит около 3000 т альгинатов из местных видов *Ascophyllum* и *Laminaria hyperborea*, а также из импортного сырья.

Франция производит в последнее время до 3000 т продукта. Альгиновую кислоту получают в основном из *Laminaria digitata*, которую собирают вдоль побережья Франции в количестве около 60000 т, используют также и импортное сырье.

США производит около 5000 т альгинатов, в основном, из *Macrocystis pyrifera* (годовой сбор более 60000 т), используются и водоросли, импортируемые из Австралии, Индии и Чили (Merrill, Waaland, 1998; McHugh, King, 1998; Sanderson, 1994).

В Чили производят около 50 т альгината из *Lessonia trabeculata*, весь альгинат используется внутри страны (Alveal, 1998).

Таким образом, почти все страны, производящие альгинат, используют на его производство природные популяции водорослей, сырье для производства берут из моря или из береговых выбросов, и только Китай получает альгинаты в основном из культивируемой *S. japonica*.

Полезные свойства альгинатов и их использование

Альгинаты растворимы в таких смешивающихся с водой растворителях, как спирты и кетоны. Для приготовления водных растворов альгинатов их в начале растворяют в небольшом количестве спирта и затем разбавляют водой, такие растворы используются для стабилизации различного рода напитков. Растворы альгината натрия и пропиленгликоль альгината имеют высокую вязкость, даже разбавленные большим количеством воды. Их вязкость увеличивается с увеличением концентрации биокolloида и уменьшается с повышением температуры. Увеличение количества ионов поливалентных металлов в альгинатах повышает вязкость их растворов. Высушенные альгинаты, как и другие природные полисахариды, неустойчивы при нагревании или воздействии кислорода, причем высоковязкие альгинаты менее стабильны, чем слабовязкие. Наиболее стойким альгинатом является альгинат натрия, затем альгинат аммония, а наиболее неустойчивой является альгиновая кислота. Раствор чистого альгината натрия не уменьшает свою вязкость при комнатной температуре в течение нескольких месяцев. Альгинаты сохраняют свои свойства длительное время при комнатной температуре и при pH раствора от 5,5 до 10.

В настоящее время производят большое количество разных альгинатов, но наиболее используемые из них это – альгинаты натрия, кальция, калия, аммония, а для специальных целей – альгинаты цинка, меди, натрий-кальциевые, аммонийно-кальциевые, пропиленгликолевые альгинаты (Суховеева, Подкорытова, 2006). В пищевой промышленности используется около 30% ежегодно выпускаемых альгинатов, 50% – в текстильной, остальное – в медицинской, косметической, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Растворимые альгинаты широко применяют в пищевой промышленности как загустители, стабилизаторы, эмульгаторы. Концентрированные растворы этих полимеров проявляют тиксотропные свойства, т.е. превращают золь в гель.

Альгинаты используются для получения высококачественных пищевых изделий:

Молочные продукты

Мороженое: 0,1–0,5%-ный альгинат поддерживает его однородность, предотвращая образование больших кристаллов льда.

Молочный коктейль: 0,25–0,5%-ный альгинат ускоряет образование его равномерной консистенции.

Щербеты: 0,3–0,5%-ный альгинат способствует равномерной текстуре продукта, удержанию вкусовых добавок и сахарного сиропа, а также придает изделию форму.

Шоколадное молоко: 0,25%-ная альгинат-каррагинановая композиция используется как суспензирующий агент для волокон какао, придает однородность и вязкость продукту.

Йогурт, сметана и другие молочные продукты: альгинат используется как наполнитель, придающий вязкость.

Добавление альгината (1,0–1,5%) в состав сыров придает им однородность, повышает устойчивость к высыханию. Добавление альгината в состав соусов, майонезов предохраняет их от коагулирования.

Хлебобулочные изделия

Начинка для пирожного: 0,3–0,5%-ный альгинат придает продукту нежность и однородность текстуры, препятствует затвердеванию.

Желе и безе: 0,2%-ный альгинат сохраняет продукт стабильным при дефростации.

Глазурь: 0,3–0,5%-ный альгинат препятствует затвердеванию, предотвращает ломкость глазури.

Начинка для пирога: 0,3–0,5%-ные альгинаты предотвращают расслоение компонентов, делают начинку мягкой и однородной. В нейтральных или кислых типах начинки должно содержать 0,7–1,5% альгината, в жиросодержащих начинках – 1,25–6% альгинатов.

Альгинаты двух- и поливалентных катионов металлов нерастворимы в воде. Это свойство используется для получения защитных покрытий и пленок в пищевой и медицинской промышленности. В России разработано средство «Альгипор» для покрытия ран и ожогов на основе водорастворимого альгината, ускоряющее заживление ран, ожогов и язв и снижающее их инфицирование.

На основе альгинатов разрабатывают препараты для лечения гастритов, язвы желудка и двенадцатиперстной кишки.

Как гелеобразователи альгинаты используются для инкапсулирования живых клеток, дрожжей и бактерий. Инкапсулированные клетки не вызывают реакции иммунной системы организма и поэтому являются эффективным лечебным препаратом.

Положительные результаты получены при применении альгинатных гелей в качестве хроматографических носителей, например, для диффузионной хроматографии гемоглобина. Альгинат аммония (0,1%) используется как основа для смазки резинового латекса и других полимерных продуктов. Покрытие низководородных сварочных прутков альгинатом (0,4–1,2%) улучшает качество сварочного шва. Включение в состав водорастворимых красок альгината (0,05–0,15%) улучшает суспензирование пигментов и контролирует вязкость красок.

Альгинаты помогают формировать мягкий отстой и уменьшают образование пены в водонагревательных котлах, улучшают пластичность и влажность глины при изготовлении керамических изделий. Они используются как связывающие вещества при приготовлении корма для рыб и креветок, уменьшают расход корма, а также загрязнение водоемов остатками пищи; контролируют выделение в воду или почву из гранул таких субстанций, как удобрения, гербициды и др. Альгинаты (0,5–1,5%) улучшают текучесть шампуней при их нанесении на волосы или тело, а также улучшают вязкость и контролируют застывание зубопротезных материалов, придавая им эластичность. В текстильной промышленности альгинаты способствуют устойчивости красок и придают особый блеск тканям.

3.3.4. ФУКОИДАНЫ

Фукоиданы – сульфатированные полисахариды бурых водорослей, которые в последнее время благодаря своим полезным свойствам и применению в пищевой и фармацевтической промышленности, а также в медицине стали производиться в промышленных масштабах в таких странах, как США, Япония, Австралия, Испания и др. Фукоиданы в различных количествах присутствуют практически во всех бурых водорослях. Промышленное производство фукоиданов в настоящее время основано на водорослях из таких родов, как *Nemacystus*, *Cladosiphon*, *Undaria*, *Adenocystis*, *Cystoseira*, *Sargassum*, *Laminaria*, *Saccharina*.

Методы выделения и очистки

Методы выделения и очистки фукоиданов базируются на работах по изучению их структуры и свойств, опубликованных в конце 80-х и начале 90-х гг. прошлого столетия (Maruyama et al., 1987; Baba et al., 1988; Ellouali et al., 1993; Tako et al., 2000).

Для производства фукоиданов используются свежие, сухие и замороженные водоросли. Фукоиданы экстрагируются водой с pH от 3,5 до 10,5, однако предпочтительно экстрагировать фукоиданы водой с pH 7. Для улучшения экстракции в воду иногда добавляют вещества, улучшающие выход фукоиданов.

Методы, разработанные для получения фукоиданов, включают: а) помещение водорослей в жидкость для экстракции, б) нагревание смеси и обработка ее ультразвуком, в) экстрагирование фукоиданов в среду и получение раствора фукоиданов, г) отделение фукоиданов, содержащихся в растворе от нерастворимых остатков водорослей.

Предпочтительное соотношение сырой массы сырья к массе экстрагирующей среды составляет 6:8. Температура смеси при обработке ультразвуком должна быть около 60°C. Экстракты фукоиданов, полученные под действием ультразвука, содержат как растворимые, так и нерастворимые компоненты, поэтому экстракт необходимо фильтровать. Ниже приведены два примера экстракции фукоиданов с использованием разного исходного материала и получением продукта разной степени очистки.

Пример 1. Кусочки сухих слоевищ водоросли *Nemacystis decipiens* или *Cladosiphon okamuranus* (7,2 г) помещают в коническую колбу объемом 300 мл и туда же заливают 290 мл воды, затем колбу помещают в ванну прибора («Branson 72», output 375 W, frequency 45kHz, Branson Ultrasonics Corporation, Danbury, Conn.) под ультразвук на 6 часов. Температуру в ванне прибора постепенно повышают от 20 до 48°C. После 6 часов экстракции фракцию фильтруют через нейлоновый газ. Фильтрат центрифугируют в течение 30 мин при 3500 об./мин для освобождения от нерастворимой фракции. Содержание нейтральных сахаров (превращенных в фукозу) в супернатанте, определенное методом с добавлением фенолсерной кислоты, составляло 150,5 мг.

Пример 2. Кусочки замороженных слоевищ *Nemacystus decipiens* (33 г сыр. м.) помещают в колбу 500 мл. В колбу добавляют воду и помещают в ванну ультразвукового генератора на 24 часа. Температуру в ванне постепенно повышают до 50°C. После экстракции смесь фильтруют и центрифугируют (как в примере 1). В супернатант (210 мл) добавляют 5 мл 3-молярного раствора уксуснокислого калия с pH 5,2, раствор перемешивают и в него добавляют 500 мл этилового спирта для осаждения фукоидана. После отстаивания раствора в течение 4 часов при комнатной температуре смесь центрифугируют в течение 30 мин. Затем осадок очищают 80- и 99,5%-ным этиловым спиртом и высушивают в эксикаторе под вакуумом. Таким образом получают 480 мг продукта в виде светло-коричневого порошка. Выход фукоиданового порошка при таком способе экстракции составлял 1,45% от свежего веса водорослей. Содержание нейтральных сахаров в порошке фукоидана составляло 160,3 мг (33,4%) и сульфатов 97,5 мг (0,3%) (<http://www.freshpatents.com>, 2008).

В Аргентине фукоидан экстрагируют из бурой водоросли *Adenocystis utricularis* тремя способами: дистиллированной водой, 2%-ным раствором солянокислого кальция и разбавленным раствором соляной кислоты. Во всех случаях экстракция эффективна как при комнатной температуре, так и при нагревании до 70°C. Выход продукта и его качество были примерно одинаковы при всех трех способах экстракции. Анализ показал, что в *A. utricularis* содержится 2 разных типа фукоидана. Один из них (галактофукан) главным образом экстрагируется при комнатной температуре и содержит в основном L-фукозу, D-галактозу и сульфатированные эфиры этих сахаров. Другой продукт (уронофукан) лучше экстрагируется при 70°C и состоит главным образом из фукозы и значительного количества уроновых кислот с низким содержанием сульфатированных эфиров сахаров (Ponce et al., 2003).

При изготовлении продукта промышленным методом необходимо стремиться не только к полной экстракции фукоидана из водоросли, но и к сохранению его природной структуры. Со-

хранение нативных свойств фукоидана дает возможность использовать его как добавку к пище и в медицинских целях, что, несомненно, расширяет рынок сбыта этого продукта.

Использование фукоиданов

Компании, производящие и распространяющие препараты фукоиданов, так рекламируют их свойства: способствуют оздоровлению кожи; уменьшают уровень холестерина в крови; помогают бороться с аллергией и с расстройствами желудка; поддерживают функциональную активность печени; способствуют выведению свободных радикалов (антиоксиданты), помогают в борьбе с раковыми заболеваниями; стабилизируют уровень сахара в крови. Такая реклама никак не искажает их свойства и не превышает их значение. Например, показано, что фукоидан из водоросли *Fucus evanescens* может быть использован как иммуностимулятор при реабилитации после перенесения тяжелых заболеваний (Kuznetsova, 2009). Фукоиданы проявляют антикоагуляционную активность и могут применяться в лечении и предупреждении сердечно-сосудистых заболеваний. Фукоидан из *Cladosiphon okamuranus* помогает при лечении желудочных заболеваний благодаря его антиоксидантной активности (Shibata et al., 1999; Zhang et al., 2002; Matsumoto et al., 2004). Фукоидан-хитозановые пленки применяются при лечении ожогов кожи (Sezer et al., 2007). Экстракты из *Cystoseira canariensis* способствуют восстановлению мышц, их росту и синтезу в них белка (Seifulla et al., 2009). Обнаружена антираковая активность фукоидана, который способствует саморазрушению раковых клеток, запуская процесс апоптоза (<http://www.sea-vegg.us/fucoidan.html>, 2008).

3.3.5. ДРУГИЕ ПРОДУКТЫ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Фурцеллярин

В последние 30 лет новый продукт фурцеллярин появился на рынке фикоколлоидов. Производство фурцеллярина базируется в основном на красной водоросли *Furcellaria fastigiata*, растущей в северной Атлантике. Изначально этот фикоколлоид был известен как датский агар. Однако по своим свойствам он ближе всего к к-каррагинану. Продукция этого фикоколлоида сконцентрирована преимущественно в Дании. Около 30000 т сыр. м. *F. fastigiata* собирают в Канаде и экспортируют в Данию. В последние годы производят около 1200 т фурцеллярина, стоимость которого на рынке составляет от 3,2 до 5,0 американских долларов за килограмм (Stephen, Williams, 2006). Способ получения фурцеллярина описан Р.Л. Вистлером и Ж.Н. Де Миллером (Whistler, DeMiller, 1973). Промытая от песка и других примесей, фурцеллярин замачивается в растворе щелочи на 2–3 недели. После такой предобработки сырье поступает в производство или высушивается и сохраняется для дальнейшей обработки.

1. Водоросль, обработанную щелочью, кипятят в воде в открытых сосудах или под давлением. Экстракт фильтруют или центрифугируют.

2. Экстракт концентрируют в вакуумных испарителях, после чего фурцеллярин осаждают раствором KCl.

3. Полученный гель освобождают от раствора и помещают в солевой морозильник на 20–30 часов.

4. После оттаивания в растворе KCl гель прессуют или центрифугируют для получения волокнистой массы, содержащей около 15% сухого вещества.

5. Материал высушивают и измельчают до пудры.

Свыше 90% производимого фурцеллярина используется в пищевой промышленности для приготовления джемов, пудингов, фруктовых желе, соков, мясных и рыбных продуктов, в пивоварении, а также для приготовления диетического и детского питания. Фурцеллярин также исполь-

зуется в косметической промышленности, особенно в приготовлении зубной пасты. Очень успешно фуцелларин используется в смеси с другими фикоколлоидами (<http://www.fao.org>, 2008).

Хипнеан

Продукт, получаемый из красной водоросли *Hypnea musciformis* и родственных видов, близок по химической структуре к каррагинанам. Водоросли из рода *Hypnea* распространены в основном в тропических и субтропических водах. Экстракты из этой водоросли формируют гель, имеющий более высокую прочность, чем другие фикоколлоиды, кроме того, его свойства хорошо контролируются и модифицируются. Свойство формировать (часто в смеси с другими биокolloидами) гели высокой прочности и эластичности делают эту водоросль перспективной для коммерческого использования и культивирования.

Фунорин

Продукт, получаемый из красных водорослей рода *Gloiopeltis*, используется в Азии, главным образом в Японии и Китае, при завивке и окрашивании волос. Биокolloид экстрагируется из сухих обесцвеченных водорослей. При помещении последних в горячую или теплую воду они через некоторое время растворяются в ней, давая светлый и вязкий коллоидный раствор с прекрасными клеящими свойствами. Фунорин в небольших количествах используется также в текстильной промышленности (как клей), в традиционной японской и китайской живописи (добавляется в краску). Основные запасы *Gloiopeltis* spp. найдены в Японии и Китае, а также вдоль Тихоокеанского побережья Северной Америки.

Иридофикан

Свойства иридофикана близки к свойствам фунорина и каррагинана. Он экстрагируется из красных водорослей рода *Iridaea*, которые широко распространены в водах центральной Калифорнии, а также в Южной Африке, Японии и Чили. Продукт используется как растворитель или наполнитель в смеси с другими биокolloидами. В США иридофикан используется в приготовлении жидкого шоколада и других напитков, а также используется как универсальный клей. Иридофикан применяется в медицинских целях в производстве лекарственных препаратов, предотвращающих коагуляцию крови.

Ламинарин

Вещество, найденное в слоевищах водорослей из родов *Laminaria* и *Saccharina* и в меньших количествах в водорослях из родов *Ascophyllum* и *Fucus*, не образует геля и не становится вязким, оно находит применение главным образом в изготовлении лекарств как антикоагулянт и стабилизатор. Коммерческое использование ламинарина незначительно.

Маннит (маннитол)

Маннит (спирт) содержится в красных и бурых водорослях, особенно в видах родов *Laminaria*, *Saccharina* и *Ecklonia*. В ламинариевых водорослях содержание маннита колеблется от 15 до 20%, но иногда достигает 30–35% (Usov, Klochko, 1992; Усов, Клочкова, 1994; Усов, 2001). Технология получения маннита основана на его растворимости в этиловом спирте. При предварительной об-

работке сухих водорослей водой или слабыми растворами минеральных кислот в раствор переходят маннит и другие органические и минеральные соединения, состав и соотношения которых во многом зависят от режима обработки водорослей. Для увеличения выхода маннита из сухих водорослей их обрабатывают слабой кислотой. Эффективность экстрагирования маннита сильно зависит от степени измельчения исходного сырья. Максимальный выход маннита (12–15%) получается в процессе его экстрагирования 0,5%-ным раствором соляной кислоты при 40°C в течение 3–5 ч. Для нейтрализации кислого экстракта маннита используют NaCO_3 , Ca_2CO_3 , NaOH , CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$. После нейтрализации экстракт упаривают. Для предупреждения карамелизации маннита упаривание экстракта проводят без доступа воздуха в вакуум-аппарате при температуре не более 60°C. Кристаллы солей отделяют фильтрованием под вакуумом (0,6 кг/см²), а фильтрат упаривают до плотности 1,30–1,34 г/см³ при температуре 5°C, при этом выпадают первые кристаллы маннита и продолжают кристаллизоваться соли. Полнота кристаллизации достигается после созревания кристаллов при указанной температуре в течение 12–14 ч. Далее проводят дробное экстрагирование маннита из маннитно-солевой смеси кипящим этиловым спиртом. После охлаждения экстрактов, кристаллизации и высушивания получают химически чистый препарат, выход которого из сухих слоевищ ламинарии составляет не более 9% на сух. м. (Суховеева, Подкорытова, 2006). Применение маннита чрезвычайно разнообразно, он используется в производстве красок и лаков, кожи, жевательной резинки, в бумажной промышленности и в производстве взрывчатых веществ. США, Великобритания, Франция и Япония являются основными производителями маннита.

Фикоэритрин

Фикоэритрин является фотосинтетическим пигментом красных водорослей и имеет краснорозовый цвет. Он используется в промышленности как биокраситель при окрашивании мясных, рыбных, а также кондитерских изделий. Кроме того, он находит применение в производстве косметики и в изготовлении фармацевтических препаратов. Разработан способ водного экстрагирования красного красителя из *Ahnfeltia tobuchienis* (Суховеева, Подкорытова, 2006). В водорослях Дальнего Востока России содержание пигмента особенно велико (более 2000 мкг на 1 г сыр. м.) у таких водорослей, как *Grateloupia turuturu*, *Neosiphonia japonica* [= *Polysiphonia japonica*], *Ahnfeltia tobuchiensis*, *Pterothamnion yezoense* [= *Platythamnion yezoense*].

3.4. ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

3.4.1. МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ

Паразитические и инфекционные заболевания

Наиболее распространенным применением водорослей в народной медицине является борьба с паразитами. Так, в Японии в борьбе с аскаридами используют *Digenea simplex*, *Chondria armata* (Rhodophyta), *Sargassum confusum*, *S. thunbergii* (Heterokontophyta) и *Codium fragile* (Chlorophyta). Наиболее эффективной водорослью, обладающей антигельминтными свойствами, является *D. simplex*, ее используют в борьбе с трематодами, цестодами и нематодами.

Установлено, что токсичной для гельминтов является каиновая кислота, которая содержится в *D. simplex*. У *Ch. armata* антигельминтные свойства связывают с наличием домоиковой кислоты. *S. thunbergii* и *S. confusum* используются в Японии и Корее для борьбы с внутрикишечными паразитами. Действующим антигельминтным компонентом у саргассов является саргалин (Arasaki, Arasaki, 1983).

В Индонезии глистогонные препараты получают из *Caloglossa bengalensis* [= *Caloglossa adnata*], *Betaphycus gelatinum* [= *Eucheuma gelatinae*], *Grateloupia filicina* (Rhodophyta), *Codium tenue*, *C. tomentosum* (Chlorophyta), а на Филиппинах – из *Chondria*, *D. simplex*, *Hypnea musciformis* (Rhodophyta), *Sargassum vulgare* (Heterokontophyta) и *Ulva lactuca* (Chlorophyta) (Istini et al., 1998; Trono, 1998). В Европе против круглых червей используют красную водоросль *Alsidium helminthocorton*. В Бретани (Франция) используют красные кораллиновые водоросли: *Corallina officinalis*, *Jania squamata* [= *Corallina squamata*] и *J. rubens* [= *C. rubens*], обладающие антигельминтными свойствами (Balansard et al., 1983).

На Филиппинах, к водорослям, обладающим антибактериальными свойствами, относят *Amansia* spp., *Amphiroa zonata* [= *Amphiroa beauvoisii*], *Corallina* spp., *Gigartina gelatinosa*, *Hypnea valentiae*, *Ceramium* spp., *Polysiphonia* spp., *Wrangelia* spp. (Rhodophyta), *Cystoseira articulata*, *Dictyota* spp., *Sargassum* spp. (Heterokontophyta), *Monostroma nitidum*, *Ulva* spp., *Codium* spp., *Halimeda* spp. (Chlorophyta). К водорослям, обладающим противогрибковым действием, относятся *Caulerpa* spp., *Valonia aegagropila* (Chlorophyta), *Lyngbya* spp. (Cyanobacteria). В народной медицине используют *Asparagopsis taxiformis*, *Gelidium* spp., *Chondria armata*, *Laurencia* spp. (Rhodophyta), *Cladophora* spp., *Dictyosphaeria cavernosa* (Chlorophyta) как ранозаживляющие средства (Trono, 1998).

На Аляске и близлежащих островах используют красные водоросли *Dumontia* spp. и *Prionitis lyallii* для лечения герпеса гениталий, а три вида водорослей под общим названием «дульсия» (*dulse*) используют для подавления опоясывающего лишая и герпеса (Ryan Drum. Sea Vegetables for Food and Medicine, 2010, <http://www.ryandrum.com>).

Внутренние болезни

Водоросли используют для лечения большинства болезней ЖКТ, почек, печени, мочеполовой системы, легких и сердца. В Индонезии *Porphyra atropurpurea* и *Caloglossa leprieurii* (Rhodophyta) применяют для лечения водянки, мочевыводящих путей и мочевого пузыря. Отварами из красных водорослей *Gelidium amansii*, *G. latifolium*, *Gracilariopsis longissima* [= *Gracilaria verrucosa*], *Hydropuntia eucheumatoides* [= *Gracilaria eucheumatoides*] лечат желудочно-кишечные заболевания. С этими же целями используют ульвовые и саргассовые водоросли. Для лечения зоба применяют *Porphyra atropurpurea*, *Caloglossa leprieurii*, *Eucheuma denticulatum* [= *E. muricatum*], *Gracilariopsis longissima* [= *Gracilaria verrucosa*], *H. eucheumatoides* (Rhodophyta), *Ulva compressa* [= *Enteromorpha compressa*], *U. intestinalis* [= *E. intestinalis*] (Chlorophyta), *Sargassum aquifolium*, *S. polycystum*, *S. siliquosum* (Heterokontophyta) (Istini et al., 1998).

На Филиппинах при заболеваниях почек используют зеленую водоросль *Acetabularia major*. Отвары из *Digenea simplex* применяют как слабительное. Грацилярию используют при заболевании дизентерией, расстройстве мочеиспускания, болезни желчного пузыря.

При сердечно-сосудистых заболеваниях хорошо помогают зеленые водоросли *Caulerpa* (понижают кровяное давление), *Ulva pertusa*, *U. compressa* [= *Enteromorpha compressa*] и виды красной водоросли *Porphyra* (снижают количество холестерина в крови) (Trono, 1998).

Hydropuntia edulis [= *Gracilaria lichenoides*] используется при лечении женских болезней: нарушениях менструального цикла, при продолжительных и обильных кровотечениях, для снятия раздражения в мочеполовых путях (Trono, 1998).

Регулярное использование в пищу саргассовых водорослей жителями прибрежных районов Китая регулирует дыхание, улучшая обмен углекислоты на кислород в легочных альвеолах. Бурыми водорослями лечат зоб, а также их применяют как слабительное (Chengkui et al., 1984). Саргассовые водоросли используют в Таиланде при лечении лихорадки (Lewmanomont, 1998).

В Японии бурые водоросли *Eisenia bicyclis*, *Undaria pinnatifida*, *Nemacystis decipiens* эффективно применяют для очистки крови у рожениц. Кровяное давление снижают, используя в пищу ламинарию (Arasaki, Arasaki, 1983).

www.algology.ru

В России высушенные пластинки ламинарии (способные увеличиваться в объеме в 3–5 раз при увлажнении) используют для неинструментального механического расширения шейки матки при рождении ребенка или лечении гинекологических заболеваний (персональное сообщение доктора Е. Озимковской).

В Европе для лечения запоров, поносов, язвы желудка, мочеполовых путей применяют бурые водоросли *Fucus vesiculosus*, *Laminaria* spp., *Macrocystis* spp. (2009 Natural Standard, www.naturalstandard.com). Простудные заболевания лечат отваром *Chondrus crispus* и *Ascophyllum nodosum*. Последний обладает антибактериальными свойствами и поддерживает иммунную систему. *Laminaria* spp., *Macrocystis* spp., *Nereocystis* spp. используют в народной медицине в виде пудры или таблеток для лечения бронхитов, астмы, эмфиземы легких (Ryan Drum, 2010, <http://www.ryandrum.com>)

Применение водорослей при лечении злокачественных опухолей

На Филиппинах для лечения различного рода опухолей применяют зеленые водоросли из рода *Codium*, бурые – из рода *Dictyopteris* и красные – из родов *Gloiopeltis* и *Hypnea* (Trono, Ganzon-Fortes, 1988). В Японии для рассасывания опухолей и жировиков используют *Ulva* spp., *Porphyra* spp., *Nemacystus decipiens* (Arasaki, Arasaki, 1983).

Народный целитель Ryan Drum, проживающий на острове Валдрон в США, применяет морские водоросли при лечении рака. Он пишет: «Я использую суп из пудры *Sargassum muticum* и непастеризованную ячменную пасту мисо для лечения различных видов рака и рекомендую дважды в день утром и после полудня пить следующую смесь: 15 мл пасты мисо, 5 г пудры из *Sargassum* и 300 мл горячей нехлорированной воды». Ежедневное употребление саргассовых водорослей значительно уменьшает риск заболеть раком (особенно раком молочной железы) (<http://www.ryandrum.com>).

Другие заболевания

Водорослями лечат различные кожные заболевания. В Европе для этого используют отвары из *Laminaria* spp., *Macrocystis* spp. и *Nereocystis* spp. В Азии для лечения золотухи у детей применяют *Hydropuntia edulis* [= *Gracilaria lichenoides*]. В народной медицине Японии используют *Eisenia arborea* как антиаллергическое средство. Ванны с отваром ламинарии японской и макроцистиса помогают от неврозов. Чай, приготовленный из ирландского мха (*Chondrus crispus*), всегда использовался в народной медицине Ирландии как тонизирующее средство, он активен как транквилизатор при снятии стрессов. Слоевищами нереоцистиса (*Nereocystis*) лечат такие болезни нервной системы, как гиперактивность, депрессия, бессонница, агрессия, шизофрения. Коренные народы Шотландии издревле употребляют в пищу такие водоросли, как *Fucus vesiculosus*, *Laminaria digitata*, *Alaria esculenta*, *Chorda filum*, *Sargassum vulgare*, *Chondrus crispus*, *Rhodomenia* spp., *Porphyra laciniata* и *Ulva lactuca*, этими же водорослями лечат нервные заболевания, кипятя их с молоком или смешивая с медом (<http://www.ryandrum.com>).

Таким образом, странами, где морские водоросли широко используются в народной медицине можно считать Японию, Китай, Филиппины, Индонезию, Ирландию, Англию, Канаду и США. В то же время в Австралии, Латинской Америке, и особенно в Африке, использование водорослей в народной медицине незначительно.

Наиболее часто для лечения или профилактики различного рода заболеваний народы южных стран используют водоросли из следующих порядков: Ulvales, Siphonocladales и Caulerpaceles (Chlorophyta); Dictyotales и Fucales (Heterokontophyta); Nemaliales, Gelidiales, Gigartinales и Ceramiales (Rhodophyta). Северные народы используют водоросли из порядков Ulvales (Chlorophyta), Fucales, Laminariales (Heterokontophyta) и Rhodomeniales (Rhodophyta).

3.4.2. ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА ПРЕПАРАТОВ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Экстракты из водорослей проявляют следующие типы биологической активности: антивирусную, антимикробную и антигельминтную, а также антиоксидантные свойства, способствующие повышению иммунитета и снижению негативного воздействия стресса.

Антивирусная активность

Водные экстракты многих красных водорослей проявляют антивирусную активность против герпеса (*Herpes*) и возбудителя иммунодефицита. Антивирусная активность была исследована у экстрактов из 13 различных видов водорослей Кореи. Было показано, что экстракты из зеленых водорослей *Codium fragile*, *Ulva linza* [= *Enteromorpha linza*] и бурых *Colpomenia bullosa*, *Scytosiphon lomentaria* и *Undaria pinnatifida* активны против трех типов вируса герпеса. Механизмом действия экстрактов была прямая инактивация вирусов через ингибирование их репликации, а экстракты из *Sargassum sagamianum* защищали клетки от проникновения вирусов (Hudson et al., 1999).

Сульфатированные полисахариды (СПС) красных водорослей проявляют широкий спектр антивирусной активности, ингибируя проникновение вирусов внутрь клеток и их распространение. СПС из 9 видов зеленых водорослей Японии (*Monostroma nitidum*, *Caulerpa brachypus*, *C. okamurai*, *C. scalpelliformis*, *C. crassa*, *C. spiralis*, *Codium adhaerens*, *C. fragile*, *C. latum*) обладали антивирусной активностью (Lee et al., 2004a). Каррагинан локализует инфекцию вируса *Herpes simplex*, ингибируя его активность и препятствуя дальнейшему распространению, а также замедляет его репродукцию (Neushul, 1990). Фукоидан из спорофиллов *U. pinnatifida* также обладает антивирусной активностью против *Herpes simplex* (Lee et al., 2004b).

Лектин гриффитсин, выделенный из красной водоросли рода *Griffithsia*, проявляет антивирусную активность и может быть использован в предотвращении передачи вируса иммунодефицита половым путем. Белок циановирин-N, выделенный из синезеленой водоросли *Nostoc ellipsosporum*, активен против вируса иммунодефицита (Mori, 2007).

Антибактериальная и противогрибковая активность

Спиртовые экстракты из 56 южно-африканских морских водорослей из отделов Chlorophyta, Heterokontophyta и Rhodophyta были проверены на антибактериальную (12 видов бактерий) и противогрибковую (2 вида дрожжей и 2 вида плесени) активность. В целом антибактериальный эффект экстрактов был более сильным, чем противогрибковый. При этом ингибирующий эффект по отношению к грамположительным бактериям был сильнее, чем к грамотрицательным бактериям. Наивысшей антибактериальной активностью обладали экстракты из бурой водоросли *Zonaria subarticulata* (Vlachos et al., 1997). Метаноловые экстракты *Sargassum* spp. из Индии показали антибактериальную активность против грамположительных и грамотрицательных бактерий (Patra et al., 2008). Солевые и водные экстракты из красных водорослей были активны против *Vibrio pelagius* и *V. vulnificus*, но не активны против *V. neresis*. Экстракты из красных водорослей *Eucheuma serra* и *Pterocladia capillacea* [= *Pterocladia capillacea*] ингибировали рост *V. vulnificus* (Liao et al., 2003). Антибиотическая активность экстрактов из 80 видов морских водорослей Индии была испытана против 15 видов бактерий и 7 видов грибов. 55 видов водорослей проявили антибактериальную активность. Наибольшую активность имели экстракты из *Caulerpa cupressoides*, *C. racemosa*, *Ulva fasciata*, *U. lactuca* (Chlorophyta), *Dictyopteris delicatula*, *Padina gymnospora*, *Sargassum tenerimum*, *Turbinaria conoides*, *Zonaria crenata* (Heterokontophyta), *Centroceras clavulatum*, *Champia parvula*, *Gelidiella acerosa*, *Gracilaria corticata* (Rhodophyta). Красные водоросли *Hypnea musciformis*, *H. valentiae*, *Laurencia obtusa* и *Polysiphonia* sp. были наиболее активны против *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* и *V. parahaemolyticus*. Из 22 видов водорослей наибольшую антигрибко-

вую активность показали такие виды, как *D. delicatula*, *Dictyota dichotoma*, *Spatoglossum asperum* (Heterokontophyta), *C. clavulatum*, *G. acerosa*, *G. corticata*, *Halymenia floresii*, *Sarconema furcellatum* (Rhodophyta). Экстракты из морских водорослей ингибировали также рост *Trichophyton mentagrophytes*, *Candida albicans*, *Helminthosporium oryzae* и *Trichoderma viridae* (Padmakumar, Ayyakkannu, 1997). Высокую антибактериальную активность против *S. aureus* показали этанольные экстракты красных водорослей из Японского моря *Neorhodomela larix*, *Chondrus armatus*, *Ahnfeltia tobuchiensis*. Экстракты из *N. larix* также ингибировали активность бактерии *Providencia stuartii*. Экстракты из бурых водорослей *Sargassum pallidum* и *Cystoseira crassipes* действовали на *P. stuartii*. Показана также антибактериальная активность (против *S. aureus*) фукоиданов, выделенных из этих водорослей. Экстракты из *Ch. armatus*, *A. tobuchiensis* ингибировали ангиотензин конвертирующий фермент (ACE) на 51 и 59% соответственно (Aminina et al., 2007).

Болезнь Чагаса, вызываемая протозойным паразитом *Trypanosoma cruzi*, является хроническим заболеванием, поразившим на сегодняшний день около 24 миллионов человек в странах Центральной и Южной Америки. Метаноловые экстракты из мексиканских морских водорослей *Laurencia microcladia*, *Dictyota caribaea*, *Lobophora variegata*, *Turbinaria turbinata* показали наивысшую активность против *T. cruzi*, достаточно высокую активность проявили также экстракты из красных водорослей *Champia salicornioides* и *Heterosiphonia gibbesii* (Leon-Deniz et al., 2007). Гексановые экстракты из красных водорослей Мексики *Bostrychia tenella*, *B. radicans* и *Centroceras clavulatum*, содержащие полифенольные соединения, также были испытаны на антитрипаносомную активность. Полная гибель трипаносом (*in vitro*) наступала при действии экстракта из *B. tenella* (Debonsi Navickiene et al., 2007).

Биоактивные компоненты водорослей, показывающие активность против патогенных организмов, были изучены в экстрактах двух морских водорослей: *Stocheospermum polypodioides* [= *S. marginatum*] (Heterokontophyta) и *Ulva fasciata* (Chlorophyta). Тестировались экстракты водных растворов хлороформа и метанола, а также 6 фракций этих экстрактов, полученных путем хроматографии. В качестве патогенных организмов использовали бактерии *Bacillus subtilis*, *S. aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* и *Klebsiella pneumoniae*, а также грибковые организмы *C. albicans*, *T. mentagrophytes* и *Aspergillus niger*. Экстракты водорослей проявили антибактериальную активность для всех тестируемых бактерий. Анализ хроматографических фракций экстрактов показал, что действующим началом антибактериальной активности были бутановая и гептановая кислоты. Липидные фракции *U. fasciata* были наиболее активны против *C. albicans*, *T. mentagrophytes* и *A. niger*. Хлороформовые экстракты были наиболее активны против грибковых организмов. Спектральный анализ показал, что антигрибковым соединением мог быть 2,6,8,10-пентаметил ундекановой кислоты (Selvaraj et al., 2007). Была изучена антимикробная активность морской травы *Zostera marina* против *S. aureus*, *S. epidermidis* и *C. albicans*. Для экстракции использовали различные растворители: гексан, хлороформ, этилацетат, бутанол, вода. Все экстракты в большей или меньшей степени показали активность против этих трех патогенных организмов, препятствующих заживлению повреждений на коже человека (Lee et al., 2007).

Два галогенированных компонента – сесквитерпен-элатол и изо-обтузол – из малайзийской *Laurencia majuscula* были проверены на антибактериологическую активность. Элатол ингибировал рост колоний шести видов бактерий, особенно *S. epidermidis*, *K. pneumoniae* и *Salmonella* sp., в то время как изо-обтузол был эффективен только против четырех видов бактерий и особенно против *K. pneumoniae* и *Salmonella* sp. Их антибиотическое действие было эквивалентно коммерческим антибиотикам против *K. pneumoniae* и *Salmonella* sp. (Vairappan, 2003). C-15 галогенированный ацетогенин (Z-dihydrorhodophytin) был выделен из красной водоросли *Laurencia nangii*. Этот компонент показал 100%-ное ингибирование роста колоний *Salmonella enteritidis*, *S. typhii*, *S. aureus* и *E. coli*, относящихся к опасным пищевым патогенным организмам (Vairappan, Tan, 2009).

Летучие вещества (эфирные масла, альдегиды, кетоны, спирты) из *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*], *S. sculpera* [= *Kjellmaniella crassifolia*], *Gracilaria vermiculophylla* [= *Gracilaria verrucosa*] и *Ulva pertusa* были испытаны на антимикробную активность. Такие вещества, как (3Z)-гексенал, (2E)-гексенал and (2E)-ноненал в летучих маслах показали сильную антимикробную активность против *E. coli* и *Erwinia carotovora* (Kajiwarra et al., 2006).

Антиоксидантные свойства

Экстракты из 48 видов морских водорослей Мексики (17 – Chlorophyta, 8 – Heterokontophyta и 23 – Rhodophyta) были исследованы на антиоксидантную активность с DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), а также через измерение содержания в них полифенольных компонентов. Все виды проявили антиоксидантную активность, у трех из них (*Chondria baileyana*, *Lobophora variegata* и *Avrainvillea longicaulis*) эта активность была наивысшей. В экстрактах было найдено высокое содержание полифенольных соединений (Zubia et al., 2008).

Метанол, этанол, дихлорметан, петролейный эфир применялись для получения экстрактов из четырех видов водорослей Таиланда (*Halimeda incrassata*, *Padina australis*, *Sargassum polycystum* и *Turbinaria conoides*). Все экстракты показали значительный нейтрализующий эффект на свободные радикалы. Антиоксидантная активность коррелировала с содержанием в растворах фенольных соединений (Kaewsritthong, Ohshima, 2007). Высокая антиоксидантная активность водных и этаноловых экстрактов была обнаружена у красных (*Neorhodomela larix*, *Polysiphonia morrowii*) и бурых водорослей (*Stephanocystis crassipes* [= *Cystoseira crassipes*] и *Fucus evanescens*) из Японского моря. Водные экстракты из *Saccharina cichorioides* [= *Laminaria cichorioides*], *S. japonica* [= *L. japonica*], *Sargassum miyabei*, *S. pallidum* и *C. crassipes* показали наибольшую активность по сравнению со всеми другими экстрактами. В то же время только этанольные экстракты показали антибактериальную активность (Aminina et al., 2007).

Свежие и высушенные образцы *Sargassum polycystum*, *Laurencia obtusa* из Индонезии и их метаноловые, этаноловые и гексановые экстракты были проверены на антиоксидантную активность. Экстракты, приготовленные из сухих водорослей, не показали антиоксидантной активности в противоположность таковым из свежего материала. Наиболее активны были гексановый экстракт из *Laurencia obtusa* и метаноловые экстракты из *S. polycystum* (Anggadiredja et al., 1997). Были изучены нейтрализация свободных радикалов (DPPH радикала и гидроксил радикала), а также ингибирование липид пероксидазы и глутатион-S-трансферазы экстрактами из *Sargassum* spp. Анализы показали антиоксидантные свойства препаратов (Patra et al., 2008). Антиоксидантной активностью обладали также метаноловые экстракты из бурой водоросли *Stocheospermum polypodioides* [= *S. marginatum*] (Rashmi, Chatterji, 2007). В экстрактах из бурых водорослей *Padina gymnospora*, *Dictyopteris delicatula* и *Sargassum stenophyllum* было определено содержание фенольных соединений. Метанольный экстракт из *Padina gymnospora* содержал наибольшее количество фенольных соединений. Все экстракты обладали антиоксидантной активностью (Raymundo et al., 2004). 25 видов морских водорослей из Японии были проанализированы на содержание флоротаннинов и антиоксидантную активность. Нейтрализующая активность экстрактов коррелировала с высоким содержанием фенольных компонентов. Экстракт из бурой водоросли *Sargassum ringgoldianum* показал наибольшую антиоксидантную активность (Nakai et al., 2006).

Экстракты (гексан, хлороформ, этил-ацетат, бутанол, вода) из морской травы *Zostera marina* были проверены на антиоксидантную активность. Все экстракты проявили антиоксидантную активность, однако общее содержание фенольных соединений в экстрактах и их DPPH нейтрализующая активность были наибольшими в этил-ацетатной фракции (Lee et al., 2007).

Была изучена антиоксидантная активность флоротаннинов, выделенных из бурых водорослей Японии в липосомной системе, а также в присутствии супероксида аниона и DPPH. Флоротаннины из бурых водорослей *Eisenia bicyclis*, *Ecklonia cava* и *E. kurome* имели наибольшую антиоксидантную активность (Shibata et al., 2007, 2008). Флоротаннины, выделенные из *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*], также проявляли антиоксидантную активность (Siriwardhana et al., 2005). Флоротаннины, являющиеся олигомерными полифенолами флороглюцина, содержались в растворимой фракции метанолового экстракта эклонии. Экстракт из этой водоросли имел потенциальный терапевтический эффект в лечении таких болезней, как хронические воспаления, связанные с окислительным стрессом (Kong et al., 2009).

Сульфатированные полисахариды из *Sargassum polycystum* проявляли защитные свойства против парацетомолиндуцированных гепатитов у крыс, что связано с их радикалнейтрализующей активностью (Raghavendran et al., 2006). К-, κ-β- и λ-каррагинаны, выделенные из *Chondrus armatus* и *Tichocarpus crinitus* из Японского моря, обладали защитными свойствами против эндотоксинов грамотрицательных бактерий. Эти вещества увеличивали устойчивость подопытных животных к эндотоксинам, что, вероятно, связано с их иммуномодулирующим действием (Yermak et al., 2007). Сульфатированные полисахариды-антиоксиданты из *Codium fragile* предупреждают и лечат ревматизм и ревматоидные артриты (Nika et al., 2003; Kato et al., 2007). Пять фракций фукоидана из *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*] с различным содержанием сульфатов и разным молекулярным весом показали антиоксидантную активность с 2',2'-азобис-(2-амидинопропан) дигидрохлоридом (АБАП), индуцирующим окисление низкоплотных липопротеинов человека (НПЛ). Фукоидан с низкой молекулярной массой от 2000 до 8000 Да и содержанием сульфата 24,3% имел наибольший антиоксидантный эффект. Высокосульфатированная фракция фукоидана с молекулярной массой 20000 Да была полностью неэффективна в защите НПЛ от АБАП индуцированного окисления (Li et al., 2006).

Была изучена антиоксидантная активность белков-ферментов, выделенных из бурых водорослей с использованием радикалнейтрализующих агентов, таких как ДФПГ (1,1-дифенилпикрил-гидразил) свободный радикал, супероксид анион-радикал, гидроксил радикал и перекись водорода. Экстракты ферментов водорослей проявляли наибольшую активность с перекисью водорода (примерно 90%), которая была выше, чем у коммерческих антиоксидантов (Heo et al., 2005). Экстракты ферментов из трех видов саргассов (*Sargassum denticulatum*, *S. latifolium*, *S. salicifolium*) были проверены на антиоксидантную активность. Все экстракты показали высокую активность, уровень которой зависел от концентрации белков-ферментов в экстрактах. Экстракты из *S. latifolium* были наиболее активны по сравнению с таковыми из двух других видов. Антиоксидантная активность экстрактов из саргассов была выше, чем у коммерческих антиоксидантов, таких как α-токоферол, гидрокситолуен, гидроксанизол (El-Shora, Youssef, 2007).

Противоопухолевая активность

Порошки из сухих талломов 46 видов морских водорослей Японии (4 – зеленых, 21 – бурых и 21 – красных) были проверены на антиопухолевую активность (карцинома Эрлиха) у мышей. Значительную активность проявили экстракты из *Scytosiphon lomentaria* (69,8%), *Lessonia nigrescens* (60,0%), *Saccharina japonica* (57,6%), *Sargassum ringgoldianum* (46,5%), *Porphyra yezoensis* (53,2%), *Betaphycus gelatinum* [= *Eucheuma gelatinae*] (52,1%) и *Ulva prolifera* [= *Enteromorpha prolifera*] (51,7%). Пять бурых и четыре красных водоросли показали антиопухолевую активность против фибросаркомы (Noda et al., 1990; Matsuda et al., 2005). Было обнаружено (Yamamoto et al. 1981), что экстракты из *Sargassum miyabei* [= *Sargassum kjellmanianum*] и *S. fulvellum* ингибируют рост (на 93,7 и 91,5% соответственно) раковой опухоли саркома-180 у подопытных мышей. Высокую антипролиферирующую и цитотоксическую активность против фибросаркомы L929 у крыс показали метаноловые экстракты из бурой водоросли *Stocheospermum polypodioides* [= *S. marginatum*] (Rashmi, Chatterji, 2007). Метаноловый экстракт из *Undaria pinnatifida* ингибировал развитие эритемы ушной раковины у мышей. Активность экстрактов, приготовленных из разных частей слоевища ундарии, была неодинаковой, кроме того, более активными были экстракты из северной экоформы водоросли, чем из южной (Khan et al., 2008). Экстракты из морских водорослей ингибировали пролиферацию человеческих лимфоцитов *in vitro*. Наибольшую активность показали экстракты из *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*] и *Meristotheca papulosa*. Авторы предполагают, что экстракты из этих водорослей могут быть полезны в лечении опухолевых заболеваний (Shan et al., 1999). Экстракты красной водоросли *Palmaria palmata* и трех бурых водорослей *Laminaria setchellii*, *Macrocystis integrifolia* и *Nereocystis leutkeana* оказывали влияние на деление клеток цервикальной аденокарциномы и были различны по степени ингибирования деления раковых клеток. Степень ингиби-

рования убывала в ряду экстрактов из *P. palmata* > *M. integrifolia* > *L. setchellii* > *N. luetkeana*. Содержание фенольных компонентов было наибольшим также у *P. palmata* и наименьшим – у *L. setchellii* (Yuan, Walsh, 2006).

Препараты фукоиданов, выделенные из *U. pinnatifida* и *Sargassum ringgoldianum*, и соответственно каррагинана и порфирана из красных водорослей родов *Eucheuma* и *Porphyra*, ингибировали рост карциномы Эрлиха у мышей. Фукоиданы и каррагинаны имели более высокую антиопухолевую активность по сравнению с альгинатами (Noda et al., 1990). Ежедневные добавки к пище мышам с имплантированными лейкемией, фибросаркомой и меланомой частично очищенных полисахаридов из *Saccharina angustata* [= *Laminaria angustata*] тормозили развитие болезней на 49, 100 и 92% соответственно (Susuki et al., 1980). М. Такахаши (Takahashi, 1983) опубликовал результаты экспериментов (*in vitro*), показывающие, что неочищенный фукоидан из *Eisenia bicyclis* ингибирует скорость роста саркомы у мышей на 86,6%, что происходит благодаря увеличению фагоцитоза, т.е. повышению иммунологической активности. Фукоидан, содержащий примерно 30% сульфатов, выделенный из *Sargassum thunbergii*, показал антиопухолевую активность у мышей, зараженных саркомой Эрлиха (Zhuang et al., 1995). Фукоидан-галактозан-сульфат, изолированный и очищенный из *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*], стимулировал дифференциацию и пролиферацию лимфоцитов крови человека (*in vitro*), что может способствовать лечению ран и опухолей (Zhang et al., 2002). Три структурно различающиеся формы фукоидана, впервые выделенные из *Saccharina sculpera* [= *Kjellmaniella crassifolia*], тормозили рост трансплантированных опухолей у мышей (Kato et al., 2007). Полисахариды красных водорослей могут быть использованы для профилактики распространения в организме метастаз раковых опухолей по крови и лимфе. Раковые клетки проходят определенные тканевые барьеры путем сцепления с молекулами «транспортных» веществ, таких как, например, ламинин, фибронектин и другие гликопротеины. Введение в кровь и лимфу йота-каррагинана или других богатых галактозой полисахаридов блокирует сцепление раковых клеток с молекулами-переносчиками и препятствует распространению метастаз (Liu et al., 2001).

Существует мнение, что олигосахариды каррагинана стимулируют заболевания раком кишечника и толстой кишки людей, которые постоянно употребляли каррагинан в пищу в виде добавок к кондитерским, молочным и другим продуктам. Вероятно, короткие цепи олигосахаридов каррагинана провоцируют эти заболевания (Tobacman et al., 2001).

Лектины, выделенные из японских видов красных водорослей родов *Solieria*, *Eucheuma* и *Gracilaria*, проявляли высокую антиопухолевую и антивирусную активность, особенно изолектин, выделенный из *Eucheuma serrata*, который ингибировал рост *in vitro* 35 клеточных линий рака человека (Hori, 2007).

Белковая фракция, полученная при обработке талломов *Porphyra yezoensis* ферментом пепсином, показала сильный ингибирующий эффект на ферменты, играющие роль в сосудобразовании как здоровых, так и опухолевых тканей экспериментальных животных. Пептидные препараты из *P. yezoensis* являются перспективными в борьбе с опухолевыми заболеваниями (Tanaka et al., 2007).

Ненасыщенные жирные кислоты (ЖК) и их эфиры (Nishikawa et al., 1976), азотосодержащие соли ЖК (Tolnai, Morgan, 1966) и полиненасыщенные ЖК (Mertin, Hunt, 1976) морских растений активны против различного рода опухолей. Х. Ито с сотр. (Ito et al., 1982) предположили, что ЖК индуцируют изменения в строении жиров опухолевых клеток. Было показано, что некоторые липидные фракции из бурых водорослей, таких как *Sargassum ringgoldianum* и *Saccharina angustata* [= *Laminaria angustata*], а также из красной водоросли *P. yezoensis* высоко эффективны против фибросаркомы (Noda et al., 1989, 1990). Ненасыщенные карбонильные компоненты летучих соединений из водорослей ингибируют активность тирозиназы и других полифенольных оксидаз, что может быть использовано в предупреждении и лечении такой болезни, как меланома (Kajiwarra et al., 2006). Бромфенольные соединения, выделенные из красных водорослей семейства Rhodomelaceae, также имели антиопухолевый эффект (Kurihara, 2007).

Противодиабетические свойства

Окислительный стресс играет главную роль в возникновении диабета первого и второго типов. Одним из источников свободных радикалов, вызывающих диабет, является ксантиноксидаза. Водные экстракты ламинарии японской оказывали профилактический эффект против возникновения окислительного стресса, ингибируя ксантиноксидазу и предупреждая возникновение гипергликемии (Nerio et al., 2007). Экстракты из морских бурых водорослей *Eisenia bicyclis*, *Sargassum fusiforme* [= *Hizikia fusiformis*] и *Undaria pinnatifida*, а также красной *P. yezoensis* снижали уровень глюкозы в крови крыс, больных диабетом второго типа (Ikoma et al., 2007). Неочищенные полисахариды, а также фукоидан-галактозан из ламинарии японской уменьшали содержание глюкозы в крови мышей с аллоксаниндуцированным диабетом на 82,3 и 76,2% соответственно (Li et al., 2006).

Бромфенольные соединения, выделенные из красных водорослей семейства Rhodomelaceae, ингибировали дрожжевую глюкозидазу и снижали уровень глюкозы в крови у сахарозанагруженных крыс *in vivo* (Kurihara, 2007).

Нейротрофический эффект

Экстракты из 300 видов морских водорослей, растущих вдоль побережья Японии, были исследованы на возможное проявление нейротрофического эффекта. Из всех проанализированных видов только экстракты из *Sargassum macrocarpum* и *Jania adhaerens* имели этот эффект, который, вероятно, вызывали липиды с молекулярной массой от 500 до 1000 Да (Kamei, Sagara, 2002). Позже было показано, что нейротрофический эффект вызывает полифенольное соединение (антиоксидант саргахроменол) (Tsang et al., 2005). Саргагуиновая кислота и саргахроменол, выделенные из *S. macrocarpum*, способствовали дифференциации нейронов и поддерживали их жизнеспособность, и, вероятно, могут быть использованы как протекторы нейронов при нейродегенеративных процессах (например, болезнь Альцгеймера) (Tsang et al., 2007).

Агглютинирующая активность

Были изучены экстракты 28 видов водорослей из зал. Петра Великого (Японское море). Только некоторые экстракты из бурых и красных водорослей вызывали агглютинацию человеческих эритроцитов. Гемагглютиционная активность экстрактов из трех видов бурых водорослей была вызвана лектинами, для большинства же экстрактов – веществами нелектиновой природы (Chernikov et al., 2007). Белковые экстракты из 22 видов морских макроводорослей Флориды и Северной Каролины сравнили по их способности к агглютинации эритроцитов овцы и кролика. Протеиновый экстракт из 21 вида водорослей агглютинировал эритроциты кролика, а из 19 видов – эритроциты овцы. Агглютиционная активность экстрактов из бурых водорослей была видоспецифичной (Bird et al., 2005).

Агглютинин из экстрактов *Fucus vesiculosus* был очищен и охарактеризован как мукополисахарид. Молекулярный вес этого соединения составлял около 2×10^6 Да, а содержание серы в веществе относительно других элементов составляло 1,2%, кальция – 0,2% и фосфора – 0,1% (Wagner, Wagner, 1978).

Антикоагулянтная активность

Полисахариды-антикоагулянты из водорослей способны ингибировать образование тромбов в кровеносных сосудах. Фукоиданы бурых водорослей и галактаны из морской зеленой водоросли *Codium cylindricum* имели наиболее сильный антикоагулянтный эффект (Matsubara, 2007). Одна

из фракций экстракта из синезеленой водоросли *Scytonema julianum* ингибировала тромбоцитактивирующий фактор, индуцирующий тромбоцитную агрегацию. Изучение этой фракции показало наличие глико-, фосфоаналогов многоатомного спирта N-ацилсфингозина (Antonopoulou et al., 2005). Антикоагулянтным действием обладают также каррагинаны (Yermak, Khotimchenko, 2003).

Антиаллергическое действие

Eisenia arborea – съедобная бурая водоросль, иногда используется в народной медицине восточных стран как антиаллергическое средство. Из этой водоросли были выделены флоротаннины, имеющие высокую антиоксидантную активность (Sugiura et al., 2007). Фукоидан, выделенный из спорофиллов *Undaria pinnatifida*, предупреждает и способствует лечению многих аллергических заболеваний (Maruyama et al., 2007).

Таким образом, к настоящему времени накопилось достаточное количество данных о лекарственных свойствах морских растений, экстрактов и препаратов из них. Показано, что химические компоненты водорослей и морских трав предупреждают и лечат такие серьезные заболевания, как раковые опухоли, болезни крови, сердечно-сосудистой системы, ЖКТ, мозга, кожи, а также ревматизм, диабет и др. В мировой практике в медицинских целях используют главным образом массовые, широко распространенные виды морских растений, собираемых из естественных зарослей, реже используются водоросли, выращенные в экстенсивной или интенсивной культуре (Титлянов, Титлянова, 2010). В народной и современной официальной медицине используют морские растения одних и тех же родов: *Acetabularia*, *Avrainvillea*, *Caulerpa*, *Cladophora*, *Codium*, *Dictyosphaeria*, *Halimeda*, *Monostroma*, *Ulva*, *Valonia* (Chlorophyta); *Alaria*, *Ascophyllum*, *Chorda*, *Colpomenia*, *Cystoseira*, *Dictyota*, *Dictyopteris*, *Ecklonia*, *Eisenia*, *Fucus*, *Hydroclathrus*, *Kjellmaniella*, *Laminaria*, *Lessonia*, *Lobophora*, *Macrocystis*, *Nemacystis*, *Nereocystis*, *Padina*, *Saccharina*, *Sargassum*, *Scytosiphon*, *Spathoglossum*, *Stocheospermum*, *Turbinaria*, *Undaria*, *Zonaria* (Heterokontophyta); *Ahnfeltia*, *Alsidium*, *Amansia*, *Amphiroa*, *Asparagopsis*, *Bostrychia*, *Caloglossa*, *Centroceras*, *Ceramium*, *Champia*, *Chondria*, *Chondrophycus*, *Chondrus*, *Corallina*, *Dermonema*, *Digenea*, *Dumontia*, *Eucheuma*, *Galaxaura*, *Gelidiella*, *Gelidium*, *Gigartina*, *Gloiopeltis*, *Gracilaria*, *Grateloupia*, *Griffithsia*, *Halymenia*, *Heterosiphonia*, *Hydropuntia*, *Hypnea*, *Jania*, *Laurencia*, *Meristotheca*, *Neorhodomela*, *Palmaria*, *Polysiphonia*, *Porphyra*, *Prionitis*, *Pterocladia*, *Pterocladiaella*, *Rhodymenia*, *Sarconema*, *Solieria*, *Tichocarpus*, *Tricleocarpa*, *Wrangelia* (Rhodophyta).

Как следует из обзора последних публикаций, разработка лекарственных препаратов из морских растений находится на начальном этапе, и требуется время, чтобы морские растения, экстракты из них, а также выделенные вещества, такие как сульфатированные полисахариды, белки-ферменты, лектины, фенольные и полифенольные соединения, полиненасыщенные ЖК, стерины, летучие соединения и др., вошли в официальную медицинскую практику. В настоящее время все еще остается перспективным скрининг морских растений для выявления содержания в них полезных веществ, а также поиск в них новых ценных лекарственных веществ. Особенно ценным является изучение морских лекарственных растений в субтропической и тропической зонах Мирового океана, так как именно там сосредоточено основное видовое разнообразие водорослей, представители которых успешно применяются в медицине.

3.5. МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Народы, живущие у моря, всегда использовали и используют водоросли и морские травы в сельском хозяйстве (с/х) главным образом в двух направлениях: на корм животным и как удобрения при выращивании садово-огородных культур. В последнее время использование водорослей в сельском хозяйстве значительно возросло по сравнению с серединой прошлого века, и сейчас во-

доросли и продукты из них используют не только страны, имеющие выход к морю. Широкое применение водорослей в сельском хозяйстве в последние два десятилетия стало возможным по следующим причинам: 1) расширяется производство экологически чистой с/х продукции без применения минеральных удобрений; 2) используются новые технологии переработки водорослей в пищевые добавки для животных и в различного рода подкормки для растений. Европейские страны, такие как Англия, Шотландия, Ирландия, Исландия, а также Австралия, Новая Зеландия, США и Китай, занимают ведущее положение по переработке водорослей на пищевые добавки и удобрения.

3.5.1. ПРОИЗВОДСТВО УДОБРЕНИЙ И ЖИДКИХ ПОДКОРМОК

Морские водоросли являются очень ценным органическим удобрением при выращивании овощей, фруктов, цветов и других культур. Водоросли, собранные из береговых выбросов, могут быть прямо внесены в почву и перемешаны с землей (мульчирование) или предварительно добавлены в компост, где они активируют процессы «созревания» компоста. Водоросли, внесенные в почву в свежем виде или в виде компоста, не увеличивают количества почвы, но благодаря гелеобразной и клейкой альгиновой кислоте связывают мелкие кусочки почвы в более крупные и тем самым улучшают ее структуру. Комочки, связанные альгиновой кислотой, не рассыпаются при увлажнении и сохраняют влагу в сухой период. Вместе с водорослями в почву вносятся органические соединения азота, фосфора и калия, так как водоросли содержат в среднем 0,3% азота, 0,1% фосфора и 1,0% калия на сух. м., а также весь набор макро- и микроэлементов. Высокое содержание калия в водорослях и низкое – фосфора делают эти удобрения в большей степени калийными, повышающими плодородие почв, бедных этим макроэлементом. Внесение в почву микроэлементов в виде органических соединений водорослей обогащает ее доступными для растений формами этих элементов: Fe, Mg, Mn, Zn, Cu, Se и др.

Другими главными компонентами удобрений из водорослей являются гормоны, такие как ауксины, гиббереллины, цитокинины, бетаины. В водорослях гормоны являются регуляторами роста и развития, они могут стимулировать или задерживать рост талломов, регулировать частоту, продолжительность и уровень спороношения. В высших наземных растениях эти гормоны также регулируют ростовые и репродуктивные процессы, способствуют или задерживают раскрытие почек, рост листьев, цветение, созревание плодов и т.д.

В качестве удобрения можно использовать водоросли в виде муки. Этот продукт выпускают и экспортируют многие страны. Водорослевая мука вносится прямо в почву в количестве 60–100 г на 1 м². Для ускорения роста и увеличения урожая используют также концентрированные жидкие подкормки из водорослей (как листовые, так и корневые). Жидкие водорослевые подкормки также производят и экспортируют многие страны. Коммерческие жидкие подкормки легко смешиваются между собой, а также с минеральными подкормками и подкормками, сделанными из животного материала. Жидкие подкормки – препараты быстрого действия, эффект может быть достигнут уже на следующий день. При листовых подкормках питательные вещества из водорослей поступают непосредственно в листья и там используются. Кроме того, листовые подкормки стимулируют поглощение питательных веществ корнями. Жидкие подкормки из водорослей обычно обогащены гормонами. Попадая в клетки листьев с/х растений, цитокинины усиливают рост не только листьев, но и всего растения, мобилизуя питательные вещества в листьях, они усиливают морозоустойчивость листьев (примерно до –3°C). Бетаины регулируют водообмен листьев, увеличивая поглощение и удерживание воды растением, особенно в экстремальных условиях во время засухи. Показано также, что водорослевые удобрения и подкормки снижают риск заболевания растений бактериальными и грибковыми болезнями, а также гельминтозом. Удобрения и подкормки из водорослей ускоряют прорастание семян, стимулируя их дыхание, активизируют использование растением органических и неорганических удобрений, защищают корневые волоски (действие альгинатов) от повреждения при пересаживании рассады, улучшают качество урожая (Crouch, Van Staden, 1999).

При удобрении почвы свежими водорослями существуют две опасности: 1) внесение в почву вредных для человека тяжелых металлов и радиоактивных элементов, которые водоросли накапливают в своих тканях из загрязненной промышленными отходами воды и 2) засоление почвы морскими солями, находящимися на поверхности водорослей. Засоление почвы отрицательно сказывается на жизнедеятельности дождевых червей, являющихся гарантами плодородия почвы. Первую опасность можно устранить, собирая водоросли в гарантированно чистых районах, вдали от крупных городов и эстуариев рек. Вторая опасность также преодолима: береговые выбросы водорослей надо собирать сразу после сильных дождей или промывать их пресной водой перед внесением в почву.

3.5.2. ДОБАВКИ К КОРМУ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Дикие и домашние животные, живущие вблизи побережья с доступом к береговой полосе, всегда (или время от времени) питаются морскими растениями из береговых выбросов. Недавно путем анализа стабильных изотопов углерода и кислорода органического вещества зубов первобытной овцы из северного острова Рональдсей (Оркнейские острова, Шотландия) было показано, что эти, уже домашние животные пятого и четвертого тысячелетий до Новой эры, питались или только морскими растениями, или частично морскими и частично наземными (Balasse et al., 2005). В странах Европы, имеющих значительную протяженность побережий, морские растения всегда использовали как добавку к корму домашним животным. Эта традиция сохранилась и до настоящего времени в таких странах, как Англия, Ирландия, Исландия и Франция. В четвертом тысячелетии до Новой эры и до настоящего времени, народы, живущие в Шотландии, употребляют водоросли в пищу и кормят ими скот в зимнее время. Используются не только свежие водоросли, но также приготовленные впрок в виде сена или запаренные с овсяной мукой. Традиционно водоросли скармливают свиньям в последние дни их откормливания (перед забоем) для получения высококачественного сала. Фермеры многих стран глубоко убеждены, что поедание водорослей животными улучшает их здоровье, хотя исследования, проведенные в Исландии, показали, что поедание водорослей овцами (1% от всей пищи) не влияет на качество мяса и шерсти или на количество жира. В то же время если корм самок овец во второй половине беременности состоит главным образом из водорослей (10 кг в день на одно животное в течение нескольких недель), то родившиеся ягнята страдают нервным расстройством и впоследствии гибнут. Предупредить эти расстройства помогают добавки в пищу соединений меди или водорослей, богатых медью. С другой стороны, добавки в корм крупному рогатому скоту, овцам и лошадям сухих или вареных водорослей, таких как *Rhodomenia palmata*, *Alaria* spp., *Laminaria* spp., *Ascophyllum nodosum*, не вызывают каких-либо расстройств, а, наоборот, способствуют получению высококачественного молока и жирного мяса (Orpin et al., 2008).

В настоящее время интенсивное сельское хозяйство (включая животноводство) придерживается трех основных принципов: «high input» (большой вклад), «high yield» (большой выход), «high profit» (большая выгода). Однако эти три принципа имеют явно негативный эффект для человека. Так, в современном животноводстве тысячи животных обречены на существование в очень ограниченном пространстве животноводческих фабрик и полностью лишены природных условий. Это вызывает у животных заболевания, часто эпидемии, вызванные скученностью или отсутствием натуральной пищи. Болезни животных лечат антибиотиками и другими вредными веществами. Эти вещества, попадая в молоко, мясо, яйца делают их непригодными для употребления человеком. Фирмы-покупатели и государства устанавливают жесткий контроль над качеством животноводческой продукции. Отсутствие возможности сбыть продукты по высоким ценам разоряет производителя. Выход из этой тяжелой ситуации для большинства развитых стран фермеры видят в использовании в пищу животным природных биологически активных добавок, повышающих иммунитет и улучшающих здоровье животных. Вот почему, начиная с 50-х гг. прошлого столетия, европейские страны, США, Австралия и Новая Зеландия начали разработку методов получе-

ния биологически активных добавок в корм животным из морских растений, и особенно из бурых водорослей, богатых микроэлементами, витаминами, антиоксидантами, антибактериальными и противовирусными компонентами, содержащими практически полный набор незаменимых аминокислот, а также растительные волокна и др.

В азиатских странах, таких как Китай, Индия, Вьетнам (в поселениях, расположенных на побережье), крупный и мелкий рогатый скот, а также птица издревле кормились растительными выбросами из моря. С 1980 г. в Китае разрабатываются методы приготовления корма из морепродуктов, в том числе и из водорослей (<http://www.leilnature.com>).

Каковы же достоинства кормовых добавок из водорослей? Кормовая ценность добавок состоит прежде всего в увеличении в рационе животных растительного белка, богатого незаменимыми аминокислотами, что способствует быстрому росту молодняка, накоплению мяса (мышц), построению прочного скелета, увеличению надоев молока и яйценоскости птицы.

Сульфатсодержащие полисахариды водорослей, представляющие собой пищевые волокна, не перевариваются полностью в ЖКТ млекопитающих, однако способствуют пищеварению и очистке ЖКТ от вредных радикалов и очистке крови от тяжелых металлов и радиоактивных элементов. Полный набор микроэлементов (высокое содержание таких микроэлементов, как селен и йод), способствует работе ферментных систем организма, тем самым обеспечивая нормальный обмен веществ, высокий иммунитет и способность к размножению.

Антибактериальные и противовирусные свойства добавок из водорослей уменьшают риск инфекционных эпидемий, а в некоторых случаях БАДы могут заменить антибиотики.

Антиоксиданты, содержащиеся в водорослях, нейтрализуют токсины и свободные радикалы, накапливающиеся в организме животных при болезнях, при употреблении недоброкачественного корма, при беременности и родах.

Йод из водорослей легко переходит к животному, накапливаясь в мясе, молоке, яйцах, давая возможность человеку восполнить его дефицит из этих животных продуктов. Недавно немецкие ученые показали, что введение в рацион курочек-несушек добавок из морских водорослей уже через две недели значительно увеличивает содержание йода в яйцах. Поедание людьми таких яиц уменьшает у них йодный дефицит (Kaufmann et al., 1998).

В последнее время добавки из морских водорослей находят широкое применение в птицеводстве. Так, добавка к пище птиц «муки», сделанной из *Ascophyllum nodosum* норвежской фирмы «Trøytang», показала очень высокий эффект на качество яиц на птицеводческих фермах США. Только 1,25% пищевых добавок из водорослей к общему весу пищи значительно уменьшали тонкостенность скорлупы, полностью восстанавливали яйценоскость кур, улучшали здоровье цыплят, ускоряли их рост, увеличивали содержание жира в мясе (Høie, Sandvik, 1955).

3.6. ВОДОРΟΣЛИ В ПИТАНИИ КУЛЬТИВИРУЕМОГО МОЛЛЮСКА МОРСКОЕ УШКО

В последние три десятилетия прошлого века интенсивно развивалась мариккультура моллюска морское ушко (абалоне), креветок, омаров, и ценных пород рыб. При производстве абалоне макроводоросли являются основной пищей моллюска, при выращивании ракообразных и рыб водоросли и продукты из них добавляются в корм (Francis, 2007).

Морское ушко выращивают во многих странах. По данным на 2007 г. основными производителями этого моллюска были Китай (30000 т), Корея (4000 т), южная Африка (1000 т), Чили (1000 т), Австралия (600 т), Новая Зеландия (600 т). Ежегодно Япония выращивает 40 млн экземпляров, США 110 т (<http://www.fishtech.com/farming.html>, 2008). А также морское ушко выращивают в Ирландии, Испании, Канаде, Мексике, на Филиппинах, в Таиланде и Намибии.

Моллюски используют в пищу целиком в свежем виде или замораживают для длительного хранения. Основным производителем, как и потребителем абалоне, является Китай.

Выращивают моллюсков на фермах, чаще расположенных на побережье. Личинки и молодь (до длины раковины 10–15 мм) выращиваются в аквариумах на суше. Выращивание моллюска до товарного размера проводят в море (главным образом в садках) или на суше в бассейнах.

В природе морское ушко растет значительно медленнее, чем на фермах, питается исключительно водорослями, причем его меню очень разнообразно и зависит от состава водорослей в месте обитания животного, его вида и возраста (Mercer et al., 1993; Stuart, Brown, 1994; Fleming, 1995; Naidoo et al., 2006). Личинки абалоне оседают в основном на кораллиновые водоросли, молодые моллюски питаются диатомовыми водорослями, а также бактериальной пленкой, покрывающей твердый субстрат дна. Взрослые моллюски питаются красными, бурыми и зелеными макроводорослями, предпочитая некоторые из них. Процесс поедания и усвоения пищи моллюсками длительный, они питаются практически круглосуточно в течение всей жизни. Скорость роста абалоне в большей степени зависит от содержания в пище белка и азотистых соединений и в меньшей степени – от углеводов. Предпочтение той или другой водоросли зависит от ее химического состава. Показано, что абалоне обычно предпочитают водоросли, богатые белками и жирами, и не едят или едят плохо водоросли, содержащие слишком большое количество фенольных соединений (Fleming, 1995).

При культивировании моллюсков их кормят или водорослями, или искусственным кормом, приготовленным на фабриках. Выбор корма для моллюска прежде всего зависит от его свойств. Корм должен обеспечивать высокую скорость роста моллюска и как следствие сокращение времени роста его до товарного размера. Вторым важным условием выбора корма является его цена. Многочисленными исследованиями и опытом фермеров показано, что быстрый рост моллюска обеспечивает пища, богатая белками, жирами и витаминами, которая должна иметь высокий уровень потребления и высокую эффективность усвоения (Fleming, 1995). Недостаток естественного корма в местах расположения ферм стимулирует культивирование морских водорослей специально для корма абалоне, увеличивает рыночную конкуренцию и стоимость водорослей и приводит фермеров покупать дорогие искусственные корма. Какие водоросли используют для кормления абалоне? Это прежде всего зависит от возраста моллюсков.

3.6.1. КОРМЛЕНИЕ МОЛОДЫХ АБАЛОНЕ

Если в природе личинки абалоне хорошо осаждаются на кораллиновые водоросли, то для осаждения личинок на фермах с успехом используют выращенную здесь же зеленую водоросль *Ulva lens* (Daume, 2006).

Развившиеся из личинок молодые моллюски (с длиной раковины менее 3 мм) хорошо поедают эту водоросль. Культура диатомовых водорослей и биопленки, образующиеся на посадочных (для личинок) пластинах, также являются пищей для молодых абалоне. Однако этой пищи обычно недостаточно для обеспечения быстрого роста молодых моллюсков (Daume, 2006).

Дополнительным кормом для молодежи могут быть, например, проростки зеленой водоросли *Ulva* spp., которые хорошо себя зарекомендовали при выращивании молодых (с длиной раковины 5–10 мм) зеленогубых абалоне *Haliotis laevis*, скорость роста раковины которых при кормлении проростками ульвы достигала 100 мкм в день. При сравнении скорости роста молодых зеленогубых абалоне (с длиной раковины 6–7 мм), питающихся зеленой водорослью *Ulva lens* и проростками *Ulva* spp., было показано, что кормление проростками ульвы обеспечивало наибольшую скорость роста раковин моллюска – 105 мкм в день (Daume et al, 2007).

Три вида красных водорослей – *Hypnea spinella*, *H. musciformis* и *Hydropuntia cornea* [= *Gracilaria cornea*], выращенных в прудах (загрязненных отходами при культивировании рыб на Канарских островах) для очистки воды и содержащих большое количество белка, были использованы для

кормления молодых абалоне (*Haliotis tuberculata*). Наибольшее содержание белка и углеводов было в *H. musciformis* и наименьшее – в *H. cornea*. Наибольшую скорость роста наблюдали у моллюсков, питающихся *H. spinella*, а наименьшую – у питающихся *H. cornea*. Скорости роста молодых моллюсков, питающихся красными водорослями и стандартными кормами (диатомеи), мало различались.

Как было показано выше, хорошим кормом для молодых абалоне являются диатомовые водоросли. Однако при кормлении диатомеями не найдено корреляции между содержанием белка в водорослях и скоростью роста моллюсков, но в тоже время найдена положительная корреляция ($r=0,95$) между жизнеспособностью моллюсков и содержанием жиров в водорослях (Uriarte et al., 2006).

Исходя из последних публикаций можно утверждать, что наилучшим кормом для молодых абалоне являются все же проростки зеленых и красных водорослей, таких как *Ulvela*, *Ulva*, *Laurencia*, *Gracilaria* (Strain et al., 2006). Однако чтобы получать такой корм в необходимых количествах, требуется внедрить в практику методы быстрого, всесезонного и дешевого массового производства проростков. Такие методы были разработаны в последнее время (Titlyanov et al., 2006a, b; Strain et al., 2006). Они основаны на выращивании проростков красных водорослей из краевой и апикальной меристем.

3.6.2. КОРМЛЕНИЕ ВЗРОСЛЫХ АБАЛОНЕ

В настоящее время на большинстве ферм морское ушко кормят макроводорослями, которые собирают или выращивают невдалеке от фермерских хозяйств.

В Австралии для кормления *Haliotis rubra* используют такие виды водорослей, как *Pollexfenia lobata* [= *Jeannerettia lobata*], *Ulva rigida* [= *Ulva australis*], *Macrocystis pyrifera* [= *M. angustifolia*], *Phyllospora comosa*, *Ecklonia radiata*. Взрослые особи абалоне предпочитают красную водоросль *P. lobata* и менее всего поедают *E. radiata*, богатую фенольными соединениями. Наилучший рост абалоне также отмечен при питании *P. lobata* [= *J. lobata*] (Fleming 1995).

В Южной Африке моллюска *Haliotis midae* кормят такими водорослями, как *Plocamium corallorhiza*, *Ecklonia maxima* часто с эпифитом *Carpoblepharis flaccida* (Naidoo et al., 2006). С 1990 г. началось выращивание *Ulva lactuca* и *Gracilaria* spp. специально на корм абалоне (Britz, 1966; Bolton et al., 2008).

Моллюски, поедающие *E. maxima*, растут медленно и достигают товарного размера только через 4–5 лет. Было предложено включить в меню взрослых абалоне бактерии группы кишечных палочек, которые увеличивают перевариваемость *E. maxima* и повышают скорость роста моллюска.

Так, в рацион морскому ушку *H. midae* дополнительно к основному корму (бурой водоросли *E. maxima*) были добавлены бактерии *Pseudoalteromonas* sp., перерабатывающие альгинаты. В результате была получена значительная прибавка в скорости роста абалоне по сравнению с ростом при кормлении только *E. maxima* (Doeschate, Coyne, 2008).

На Филиппинах морское ушко *Haliotis asinina* кормят красными водорослями *Gracilariopsis heteroclada* и *Kappaphycus alvarezii*, а также другими видами, взятыми как из природных зарослей, так и из культуры (Nash, 1992; Mercer et al., 1993; Capinpin, Corre, 1996). При сравнении скорости роста моллюсков, питающихся *G. heteroclada* и *K. alvarezii*, было показано, что животные росли быстрее при кормлении *G. heteroclada*, содержащей белков больше, чем *K. alvarezii* (Capinpin, Corre, 1996; Capinpin et al., 1999).

В Чили культура абалоне основана на использовании в пищу в летнее время бурых водорослей, таких как *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia trabeculata* и *L. nigrescens*. В зимнее время абалоне кормят культивируемыми водорослями, главным образом *Gracilaria chilensis*, при кормлении которой абалоне растут хуже, чем при кормлении бурыми водорослями. Естественные заросли водорослей в Чили в последнее время значительно сократились в связи с быстрым развитием культивирования таких видов абалоне, как *Haliotis discus hanna* и *H. rufescens*. Это подталкивает чилийских фермеров применять искусственные промышленные смеси в кормлении моллюсков, а также стимулирует

культивирование водорослей для использования на корм моллюску, в частности, таких видов, как *M. pyrifera* и *L. trabeculata* (Gutierrez et al., 2006; Westermeier et al., 2006; Flores-Agular et al., 2007).

На Канарских островах при культивировании моллюска *Haliotis tuberculata coccinea* используют в качестве корма такие красные водоросли, как *Hypnea spinella*, *H. musciformis*, *Hydropuntia cornea* [= *Gracilaria cornea*], и другие виды (Viera et al., 2005).

В Китае и Корее абалоне кормят в основном культивируемой на плантациях *Saccharina japonica*. Здесь лучше, чем в других странах, развита поликультура этой водоросли и морского ушка.

Большое значение в кормлении абалоне имеет искусственная пища, состоящая из смеси рыбной муки и различного рода травяной муки, часто с добавкой водорослевой муки, агара или альгината. Последние не столько увеличивают питательную ценность искусственного корма, сколько придают ему определенную структуру и защищают от размывания водой. Наиболее успешными производителями искусственного корма для абалоне являются фирмы Японии и Китая (Fleming et al., 1995).

3.7. ВОДОРΟΣЛИ В КОРМЕ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ РЫБ И РАКООБРАЗНЫХ

Водорослевая мука и продукты из водорослей входят в состав пищи практически всех животных, культивируемых в море. Основным компонентом этой искусственной пищи является рыбная мука с различного рода добавками. Водорослевая мука, агар и альгинат добавляются в пищу наравне с казеином, желатином, коллагеном, пшеничной мукой и другими составляющими, которые склеивают корм в кусочки, придавая ему форму, и препятствуют быстрому размыванию кусочков в воде, что, с одной стороны, экономит корм и, с другой – уменьшает загрязнение среды органическими и минеральными компонентами пищи (Cuzon et al., 1994; Tormena, 2007).

Мука из водорослей, добавляемая в корм рыбам и ракообразным, является также ценной пищевой добавкой, так как содержит от 10 до 30% легкоусвояемого белка и необходимый набор незаменимых аминокислот, которых недостаточно содержится в рыбной муке.

Мука из таких водорослей, как *Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria heteroclada*, в количестве от 5 до 10% добавляется в корм молоди креветки *Penaeus monodon*, выращиваемой в прудах на Филиппинах. Такая водорослевая добавка не влияет на выживаемость и рост молоди, но значительно снижает расход корма и загрязнение воды (Penaflorida, Nelson, 1996).

Gracilaria cervicornis используются в виде порошка, смешанного с искусственной пищей (1: 1) для кормления креветок *Litopenaeus vannamei* в культивационных прудах в Бразилии. Скорость роста креветок при кормлении смесью была такой же, как и при кормлении только искусственным кормом, однако при кормлении смесью снижался расход пищи и резко уменьшалось загрязнение среды (Marinho-Soriano et al., 2007).

Порошки из водорослей *Ulva lactuca*, *U. compressa* [= *Enteromorpha compressa*] (Chlorophyta), *Padina pavonica* (Heterokontophyta), *Laurencia obtusa* (Rhodophyta) из залива Акаба (Красное море), добавляемые в корм рыбам (tilapia), содержат белка от 13,6% (*U. compressa*) до 24,5% (*L. obtusa*) и жира от 4,6% (*U. compressa*) до 6,2% (*L. obtusa*). Содержание белка и жира в водорослях является одним из критериев в использовании их для корма морским беспозвоночным и рыбам.

3.8. ПРИМЕНЕНИЕ В ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ ПРОИЗВОДСТВА

3.8.1. ВОДОРΟΣЛИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Сегодня практически все развитые страны используют морские растения и экстракты из них в производстве косметических средств. Водоросли широко используются для получения кремов, масок по уходу за кожей лица, шампуней, гелей для тела, натуральных добавок для ванн и других средств, используемых для оздоровления и поддержания эластичности кожи. Пудру из морских

водорослей добавляют в воду при приеме ванн, иногда с добавлением растительных масел и минеральных веществ. Ее добавляют также в лечебные грязи. Из водорослевой пудры готовится паста для очистки кожи, ею лечат ревматизм и целлюлит. Водорослевые смеси используют в виде массажного крема, для восстановления эластичности кожи. При приготовлении водорослевых паст слоевища водорослей промывают и замораживают в виде пластинок. Перед употреблением пластинки измельчают, иногда с добавлением жидкого азота, что делает слоевища более хрупкими и легко поддающимися измельчению.

Компании, выпускающие косметические средства с добавлением водорослей, чаще всего используют или водорослевые экстракты, или такие продукты из водорослей, как альгинаты, каррагинаны или фукоиданы. Эти вещества уменьшают ломкость волос и увеличивают мягкость и влажность кожи.

Японские компании производят косметические средства из таких водорослей, как *Cladosiphon okamuranus* и *Saccharina japonica*. Южно-африканские компании используют *Fucus vesiculosus*, *Chondrus crispus*, *Laminaria digitata* для создания антицеллюлитового препарата, который в больших количествах экспортируется в другие страны. Большим спросом в мире пользуется косметика из Чили, где выпускаются кремы и шампуни, содержащие водоросли или их продукты, которые останавливают выпадение волос и препятствуют образованию целлюлита. В последние годы производство косметических средств выросло в несколько раз, чему способствовало изучение полезных свойств таких веществ, содержащихся в водорослях, как полифенольные соединения, фукоиданы, полиненасыщенные ЖК и др. (<http://www.alga-net.com>).

3.8.2. ВОДООСЛИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАГИ

Начиная с 1992 г. в Италии некоторое количество высокосортной бумаги производят с использованием водорослей, главным образом *Ulva* spp. и *Gracilaria* spp., которые собирают в мелководных лагунах близ Венеции. Водоросли используют в свежем виде. Они не являются источником целлюлозы, а используются как наполнитель – источник минеральных элементов и крахмала.

После сбора водорослей (80% *Ulva*, 20% *Gracilaria*) их немедленно высушивают, размалывают до пудры и добавляют в бумажную смесь в количестве от 3 до 24%. Бумага, произведенная с использованием водорослей, имеет палево-зеленый цвет или цвет слоновой кости с мелкокрапчатой структурой и хорошие физико-технические характеристики. Ежегодно на производство бумаги используется около 400 м³ водорослей (Сесере, 1998).

3.8.3. ТКАНИ ИЗ ВОДОРΟΣЛЕЙ

В 1997 г. впервые Оливером Липидусом была произведена ткань из водорослевых волокон, которая была достаточно прочной, хорошо стиралась и гладилась. На жакет, сшитый из этой ткани, потребовалось 25 кг морских водорослей. Какие водоросли использовал мастер, осталось секретом. В 2001 г. в Германии было произведено волокно с использованием водорослей. Ткань представляла собой композицию целлюлозных нитей и активных субстанций (вероятно, полисахаридов) из водоросли *Ascophyllum nodosum* с включением серебра. Эта ткань легко пропускала воздух, была мягкая на ощупь и комфортная при носке. Она содержала 5% водорослевых волокон и в основном использовалась для производства нижнего белья, а в последнее время – постельного белья (<http://www.algae.net.com/didyo-unknown/marine.textil.htm>, 2008).

3.8.4. МОРСКИЕ ВОДОРΟΣЛИ В ИСКУССТВЕ

Зеленые, бурые и красные водоросли используются художниками, декораторами, дизайнерами. Художественными произведениями из водорослей являются книжные закладки, календари, картины на стекле, бумаге, картоне, ткани, где используются более сотни различных водорослей,

собранных в море художниками США, Германии, России, Франции, Англии, Японии и других стран. Каждый художник сам собирает, обрабатывает, прессует и сушит водоросли, используя традиционные методы морских ботаников, но имеет в то же время свои секреты и хитрости в обработке водорослей. Каждая такая работа оригинальна, дизайн очень варьирует, даже если используются одни и те же виды водорослей. Цвет, форма и размер водорослей зависят от сезона, в течение которого они были взяты из моря, а также от места сбора. Морские водоросли, выдержанные под прессом, хорошо высушенные и закрепленные на тонком картоне, могут ламинироваться и сохраняться многие годы (<http://www.algae-net.com>, 2008).

3.8.5. ВОЗМОЖНО ЛИ ПОЛУЧЕНИЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ ИЗ МОРСКИХ ВОДОРосЛЕЙ?

Морские макроводоросли в недалеком будущем, вероятно, могут стать перспективным сырьем для получения энергоносителей. Основанием такого предположения может быть следующее: 1) водоросли являются фотосинтезирующими организмами, строящими свои ткани из углекислого газа, воды и минеральных питательных веществ с использованием энергии солнечного света; 2) водоросли обогащают атмосферу кислородом и очищают воду от загрязнений; 3) водоросли обитают в поверхностном слое воды Мирового Океана и могут расти по всей его акватории – от северного полюса до южного в течение круглого года; 4) процесс превращения энергии химических связей органических веществ водорослей в энергию тепла не требует больших расходов других энергоносителей.

В конце прошлого века были разработаны подходы и методы получения энергии из морских макрофитов, кроме того, были достигнуты значительные успехи (в Китае, Чили, на Филиппинах и в Индонезии) по выращиванию водорослей в культуре и по их переработке в США и Японии в газообразное и жидкое топливо (Yokoyama et al., 2007). Была предложена общая схема процесса, по которой водоросли должны были выращиваться на просторах Мирового океана, перевозиться из мест культивирования на сушу и здесь перерабатываться в легко используемый энергоноситель.

Для снабжения плантаций морских водорослей необходимым количеством питательных веществ были предложены разные методы: от удобрения плантаций минеральными солями до прокачивания через плантации вод апвеллинга. Предлагалось также, прежде чем использовать водоросли для получения биогаза, извлекать из них полезные вещества, такие, как полисахариды и ценные металлы.

С конца прошлого века проводятся работы по поиску объектов культивирования с целью получения из них энергии, которые должны иметь высокую скорость роста, накапливать большую биомассу и легко перерабатываться на твердый, жидкий или газообразный энергоноситель (Flowers, Bird, 1984). Было показано, что скорость роста водорослей из рода *Gracilaria* в культуре может достигать 20% в день, а их биомасса легко перерабатываться в газообразный энергоноситель – газ метан с высоким выходом продукта – от 0,28 до 0,40 м³ кг⁻¹ сух. м. водорослей, что соответствует 58–95% теоретически возможного выхода метана из этих водорослей. Выход метана коррелирует с содержанием в водорослях кислоторастворимых полисахаридов. Саргассовые водоросли, которые ежегодно продуцируют большое количество биомассы на мелководье, имеют значительно меньший, по сравнению с грацилярией, выход метана – от 0,12 до 0,19 м³ кг⁻¹ сух. м., что соответствует 27–46% теоретически возможного выхода метана (Hanisak, 1981; Hanisak, Ryther, 1984; Bird et al., 2005).

Параллельно отрабатывались методы непрерывного выращивания водорослей в открытых и закрытых водоемах с целью получения высоких урожаев в течение всего года. Делались успешные попытки выращивания водорослей в непрерывной культуре в вегетативной стадии их развития. Такая культура, как грацилярия, при всех благоприятных условиях давала до 35 г сух. м. на

1 м² водной поверхности в день, или 51 т сух. м. в год (при этом содержание золы в водорослях составляло около 50%) (Hanisak, Ryther, 1984).

В это же время в Калифорнии (США) проектировались и испытывались три фермы по выращиванию бурых водорослей (*Macrocystis pyrifera*) в открытом море. Водоросли выращивали на пропиленовых канатах, закрепленных на плотках, занимающих около 7 акров поверхности воды. Опыты показали возможность выращивания водорослей в открытом море, однако технические возможности даже высокоразвитых стран пока что не позволяют надеяться на высокую эффективность и рентабельность таких плантаций (Ryther, 1980; <http://www.oceansateas.org> 2008).

В Японии лучшим объектом для производства энергии из водорослей признана *Saccharina japonica*, она имеет высокую скорость роста, содержит более 13% сухих веществ, из которых только 13–14% приходится на золу. Недавно предложен проект организации ферм по выращиванию этой водоросли в открытом море на канатах, прикрепленных к плотам, закрепленным якорями. Предполагалось занять под плантации водорослей свыше 40 км² водной поверхности на расстоянии нескольких километров от берега. Было предложено двухлетнее и однолетнее культивирование *S. japonica*. Предполагаемый урожай должен был составить 10⁶ т сыр. м. водорослей в год и содержать 0,112×10⁶ т сух. м. и 0,0180×10⁶ т золы. Собранные водоросли в сыром виде должны были перевозиться на берег, на фабрики по производству метана ферментативным путем (Yokoyama et al., 2007).

В заключение необходимо отметить, что на сегодняшний день водоросли не перерабатываются на топливо в каких-либо промышленных масштабах, хотя предпосылки для этого имеются: выбраны быстрорастущие виды водорослей, которые могут перерабатываться на топливо с высокой эффективностью (*Gracilaria* spp., *Ulva* spp.), и отработаны методы выращивания этих водорослей. Однако переработка на топливо (спирт) наземных культивируемых растений, таких как сахарный тростник, кукуруза и др., значительно рентабельней, чем морских растений, но будем надеяться, что это только пока.

ГЛАВА 4

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ: СПОСОБЫ И ПРОБЛЕМЫ

В последние три десятилетия прошлого века аквакультура стала одной из ведущих отраслей производства таких пищевых продуктов, как рыба, моллюски, ракообразные и морские водоросли-макрофиты. В 2002 г. культивировалось около 40×10^6 т сыр. м. животных и свыше 8×10^6 т сыр. м. водорослей, причем 6×10^6 т приходилось на бурые, около $2,1 \times 10^6$ т – на красные и около $0,1 \times 10^6$ т – на зеленые водоросли (Lüning, Pang, 2003).

Водоросли-макрофиты культивируют в странах Азии (Бангладеш, Вьетнам, Индия, Индонезия, Китай, Корея, Малайзия, Мьянма, Россия, Филиппины, Япония), в Австралии и на прилегающих островах, в Новой Зеландии и на тихоокеанских островах (Фиджи, Тонго и Кирибати), в Север-



Рис. 41. Выращенные в Китае водоросли (*Undaria pinnatifida*, *Gracilaria* spp., *Saccharina japonica*) на прилавках супермаркета. Октябрь 2008 г., г. Далянь

ной Америке (США и Канада); в Южной Америке (Аргентина, Бразилия, Чили), в странах бассейна Карибского моря, в Африке (Южная Африка, Намибия, Марокко, Танзания) и в Европе (Германия, Португалия, Франция, Норвегия, Швеция). Наибольшего развития марикультура достигла в странах Азии. Здесь добывают и культивируют свыше 80% биомассы всех водорослей. Крупнейшим производителем (а также и потребителем) водорослей является Китай (рис. 41). На его долю приходится 60% их мировой добычи (Oliveira et al., 2000; Lüning, Pang, 2003; Feng et al., 2004; Cordover, 2007).

Всего в мире культивируют водоросли примерно из 30 родов. В промышленных масштабах выращивают водоросли из 17 родов (см. табл. 3). К ним относятся *Agardhiella*, *Eucheuma*, *Gelidium*, *Gigartina*, *Gracilaria*, *Hydropuntia*, *Hypnea*, *Kappaphycus*, *Meristotheca*, *Porphyra* (Rhodophyta); *Saccharina*, *Laminaria*, *Undaria*, *Cladosiphon* (Heterokontophyta); *Monostroma*, *Ulva*, *Caulerpa* (Chlorophyta). Водоросли из родов *Agardhiella*, *Gelidium*, *Gigartina*, *Porphyra*, *Saccharina*, *Laminaria*, *Undaria*, *Monostroma* и *Ulva* культивируют в водах умеренных широт, из родов *Eucheuma*, *Gracilaria*, *Hydropuntia*, *Hypnea*, *Kappaphycus*, *Cladosiphon*, *Caulerpa* – главным образом в тропических и субтропических широтах.

В этой главе анализируется современное состояние промышленного и экспериментального культивирования морских макроводорослей в мире. Описаны методические подходы при экстенсивном и интенсивном культивировании, а также в интегрированной марикультуре (поликультуре). Выделены основные проблемы как массовой монокультуры водорослей, так и поликультуры водорослей; даны рекомендации по преодолению этих проблем. Обсуждается будущее марикультуры водорослей, в которой должен снижаться уровень промышленной экстенсивной монокультуры при развитии интегрированной марикультуры.

4.1. СПОСОБЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Способы культивирования водорослей разнообразны. Выбор видов водорослей для культивирования зависит от места расположения ферм или плантаций (в море, на суше, в холодных водах умеренных широт или в теплых водах тропиков), от продукционных и адаптационных возможностей культивируемых видов (долгорастущие, быстрорастущие, тенелюбивые, светолюбивые, способные расти в олиготрофных водах или требующие высокого уровня питания), от характера водных экосистем (величина и глубина водоемов), а также от таких условий окружающей среды, как свет, температурный режим, содержание питательных веществ, загрязнение, скорость движения воды и сила волнового воздействия. Применение того или другого способа культивирования связано с целью выращивания водорослей (использование в пищу, производство полисахаридов, корм для морских животных, производство медицинских препаратов и др.) и с его экономической целесообразностью. Способы культивирования можно объединить в две группы: экстенсивная марикультура и интенсивная марикультура.

4.1.1. ЭКСТЕНСИВНАЯ МАРИКУЛЬТУРА

Экстенсивная марикультура основана на выращивании водорослей в природных водоемах с эксплуатацией только природных ресурсов: света, тепловой энергии, энергии движения воды и минеральных ресурсов.

Способы экстенсивного культивирования водорослей, в свою очередь, также можно разделить на две группы: 1) использование для марикультуры естественных водорослевых сообществ и проведение мероприятий по повышению их продуктивности, поддержанию стабильности структуры, защите от негативного воздействия некоторых природных и антропогенных факторов, планированию урожая и его полному изъятию без нарушения структуры естественных экосистем;

2) внедрение в естественный биоценоз местных или новых видов, как правило, с изменением или даже с разрушением естественных биоценозов и с их полной заменой на другие (искусственные) сообщества с доминированием культивируемых видов.

Экстенсивная марикультура применяется главным образом для получения большой биомассы водорослей, обладающих определенными свойствами: высоким содержанием полисахаридов (для получения альгинатов, агара, каррагинанов и др.) или хорошими вкусовыми качествами (мягкость, вкус, запах). Иногда водоросли культивируют для использования в альготерапии, для производства лекарств или биологически активных добавок. В этих случаях водоросли выращивают в наиболее чистых водоемах и в небольшом количестве.

Использование естественных водорослевых полей в экстенсивной марикультуре

В настоящее время водоросли в большом количестве добываются из естественных зарослей (полей, скоплений). Часто естественные водорослевые поля представляют собой монодоминантные сообщества неприкрепленных водорослей, среди которых *Ahnfeltia tobuchiensis* на Дальнем Востоке России (Титлянов и др., 1993) и *Chondrus crispus* в Канаде (Chopin et al., 1999), или прикрепленных к грунту водорослей: *Hypnea musciformis* в Индии (Ganesan et al., 2006), *Gracilaria chilensis* в Чили (Buschmann et al., 2001a), *Gigartina atropurpurea* в Новой Зеландии (McNeill et al., 2003), *Gelidium* spp. в Португалии (Melo, 1998), *Sargassum* spp. во Вьетнаме (Huynh, Nguyen, 1998) и др. Естественные заросли водорослей часто занимают сотни квадратных километров площади дна, а общая биомасса макрофитов на естественных полях составляет десятки тысяч тонн. Именно такие скопления полезных для человека водорослей нещадно эксплуатируются, и именно на таких полях используются недозволенные орудия сбора водорослей – драги и невода (Титлянов и др. 1993). Если водоросли не прикреплены к грунту, то при интенсивной эксплуатации и деструктивном методе добычи водорослевое поле может быть разорвано и при сильных штормах частично или полностью выброшено на берег. Неумеренная эксплуатация зарослей прикрепленных водорослей создает условия для внедрения в сообщество и для доминирования в нём менее полезных для человека видов.

Монодоминантные или бидоминантные естественные сообщества полезных водорослей после проведения так называемых агротехнических работ могут эксплуатироваться не с убылью, а с ежегодной прибавкой продукции. Благодаря проводимым мероприятиям естественные поля водорослей постепенно превращают в обширные и высокопродуктивные плантации. Примерами такого ухода могут быть работы на естественных полях неприкрепленных водорослей *A. tobuchiensis* на юге Дальнего Востока России (Титлянов и др. 1993), *C. crispus* в Канаде (Chopin et al., 1999), *Macrocystis pyrifera* и *M. integrifolia* на Аляске (Stekoll, 1998; Stekoll et al., 2006), *Gelidium corneum* [= *Gelidium sesquipedale*] в Португалии (Sousa-Pinto, 1998), *Macrocystis* spp. и *Ecklonia* spp. в Японии (Ohno, Largo, 1998), *Macrocystis* spp. в Калифорнии (Harger, Neushul, 1983), *Sargassum* spp. во Вьетнаме (Титлянов, Титлянова, 2010).

Экстенсивное культивирование неприкрепленной агароносной водоросли *A. tobuchiensis*. В 90-х гг. прошлого столетия был разработан и опробован метод экстенсивного культивирования неприкрепленной агароносной водоросли *A. tobuchiensis*, образующей отдельные поля и занимающей десятки квадратных километров площади морского дна в бухтах и проливах зал. Петра Великого Японского моря (Титлянов и др., 1993). *A. tobuchiensis* (далее анфельция) занимает обычно илистые и илисто-песчаные участки пологого дна, концентрируясь в районах с антициклоническими течениями. Толщина пласта анфельции в антициклонических круговоротах может достигать 1 метра, а по краям поля – не более 10 см. В местах выноса анфельции с поля штормами толщина пласта может составлять более 1 м. При сильных течениях во время штормов пласт анфельции остается неподвижным только благодаря его целостности и большой массе. Во время

сильных штормов тонкий пласт водорослей может разорваться и отдельные его части могут быть выброшены на берег или перенесены течением в другие участки акватории.

Анфельция – медленно растущая водоросль, возраст отдельных талломов достигает 10 лет. Она обитает при освещенности от 80 до 0,1% фотосинтетически активной радиации, падающей на воду (ФАР_п) и устойчива не только к экстремальному затенению, но и к полной темноте. Чтобы эксплуатировать поле анфельции с полной отдачей и ежегодно получать высокий урожай, необходимо проводить следующие мероприятия.

Ежегодное измерение основных характерных параметров поля. Изъятию анфельции должны предшествовать подробная съемка поля: определение конфигурации пласта, а также площади продукционных и промысловых участков; расчет годовой нетто-продукции поля и квоты изъятия водоросли со всего поля и из каждого промыслового участка. После съемки должны быть установлены сигнальные буи, ограничивающие промысловые участки.

Выделение продукционных и промысловых участков. Продукционная зона выделяется как обширная (до 70–95% от всей площади поля) часть поля с толщиной пласта от 5 до 25 см. Снос водорослей с других участков поля в продукционную зону невелик, однако из этой зоны течениями, возникающими во время штормов, водоросли периодически выносятся на берег или в другие части акватории. Анфельция в продукционной зоне обычно лежит на крупных песках и алевритах, пласт водорослей слабо заилен. Вести промысел анфельции в продукционной зоне поля недопустимо, так как уменьшение его площади негативно скажется на общей годовой продукции.

Промысловыми зонами на полях анфельции являются места сноса водорослей антициклоническими течениями и компенсационными струями, возникающими во время штормов, а также силой волновых движений воды. Зоны промысла отличаются большой толщиной пласта (30–60 см и более), поэтому их продукционный баланс отрицательный. Участки поля, оторвавшиеся от основного пласта и образующие так называемые «микрополя», рекомендуется выбирать полностью, так как со временем эти скопления, находящиеся на периферии поля, в местах с неблагоприятными для роста водорослей условиями будут заилены и погибнут.

Квоты изъятия водоросли. Квоты изъятия анфельции рекомендуется рассчитывать ежегодно на основании данных по ее распределению, биомассе и первичной продукции. Необходимо также учитывать данные предыдущих лет по распределению и биомассе анфельции. Если на протяжении ряда лет на поле не наблюдалось снижения запасов водорослей, то можно ежегодно изымать около 10% от общей биомассы поля.

Для изъятия ежегодной квоты анфельции с промыслового поля необходимо установить очередность эксплуатации промысловых участков. Первыми рекомендуется эксплуатировать береговые выбросы анфельции и участки с полным ее изъятием в местах безвозвратного сноса водоросли. Затем остаток квоты поделить между зонами возможных штормовых выбросов и скопления анфельции в антициклонических круговоротах, где толщина пласта превышает 20 см.

Береговые и притопленные выбросы. Отрыв части пласта анфельции от основного поля и выброс водоросли на берег на зрелом высокопродуктивном поле является естественным процессом. Благодаря умеренным выбросам анфельции поле обновляется, толщина пласта уменьшается и увеличивается его продуктивность.

Береговые выбросы анфельции необходимо собирать и обрабатывать не позднее 2–3 суток после выброса. Притопленные выбросы могут храниться в воде в течение 1–2 месяцев, однако их рекомендуется собирать не позднее недели после образования скоплений, так как, постепенно отмирая, они оказывают отрицательное воздействие на экосистему водоема. Обследование береговых выбросов необходимо производить сразу после шторма. Притопленные и береговые выбросы можно собирать без ограничений в течение всего года.

Способы добычи. Изъятие анфельции не должно нарушать структуру поля и уменьшать его размер. Нельзя допускать длинных разрывов поля, параллельных направлению преобладающих волн, что приводит к скатыванию пласта в «валки». Длинные разрывы поля, перпендикулярные сильным фоновым и компенсационным течениям, способствуют отрыву больших участков от

основного пласта и выносу их на берег или в открытое море. На промысловых участках рекомендуется грейферный способ добычи, а также добыча насосами или специальным комбайном.

Мероприятия по расширению естественных полей и созданию новых плантаций. Расширение площади естественных полей возможно путем перенесения анфельции на дно проливов и бухт (в условиях, где она способна образовать естественное поле) и создания искусственных плантаций.

В первом случае основным условием образования поля является наличие в месте обитания анфельции антициклонических циркуляций и отсутствие сильного волнения моря. Глубина формирования промыслового пласта должна быть больше одной трети длины наиболее экстремальных штормовых волн в этом районе (Лонгинов, 1973).

Во втором случае конструкции по закреплению анфельции на дне могут быть самыми разными: система барьеров, установленных поперек направления основного сноса водорослей, ячейки-садки, представляющие собой прямоугольные каркасы из нержавеющей стали, обтянутые сетью. Конструкции по выращиванию анфельции могут устанавливаться в местах с большей скоростью течений, чем на естественных полях, а также на меньшей глубине, чем расположено основное поле. Прибрежные барьерные ограждения помогают сконцентрировать значительную биомассу анфельции в местах ее возможного выброса на берег (Титлянов и др., 1993).

Возможности экстенсивного культивирования саргассовых водорослей во Вьетнаме. Во Вьетнаме найдено более 60 видов саргассов, из которых наибольшие запасы имеют *S. aquifolium* [= *S. binderi*, *S. crassifolium*], *S. carpophyllum*, *S. ilicifolium* [= *S. cristaefolium*, *S. duplicatum*], *S. glaucescens*, *S. graminifolium*, *S. henslowianum*, *S. mcClurei*, *S. oligocystum*, *S. polycystum*, *S. vachellianum*. Эти водоросли растут на каменистой литорали. Наибольшие запасы саргассовых водорослей сконцентрированы на севере страны в Тонкинском заливе, в центральной части и на южном побережье Вьетнама в Таиландском заливе. Вегетативный сезон для большинства видов саргассов длится с ноября по июнь. Лучшим временем сбора саргассов является период с мая по июнь. Глубоководные виды саргассов растут в течение всего года. В конце прошлого века годовая продукция саргассов во Вьетнаме составляла более 5 тыс. т сух. м., использовали только часть этой продукции – 300–500 т сыр. м. в год. Сейчас, в связи с резким повышением спроса на саргассовые водоросли (экспорт в Китай) и повышением их продажной цены (в несколько раз), изымается вся биомасса саргассов, причем отрываются от дна или срезаются все без исключения слоевища (всех возрастов) в течение всего вегетационного периода. Такое нерациональное использование природных ресурсов уже привело к резкому снижению общей годовой продукции саргассовых полей в несколько раз, а через 2–3 года саргассы Вьетнама будут полностью уничтожены (если не принять срочных мер – полностью на несколько лет запретить добычу саргассов). Уничтожение саргассовых полей приведет к катастрофическим последствиям по всему открытому побережью Вьетнама: разрушению кораллового рифа, уничтожению исторически сложившихся экосистем, сокращению или полному отсутствию прибрежных пород рыб, питающихся бентосом, а также таких полезных животных, как морские ежи, некоторые гастроподы и ракообразные.

Как было сказано выше, в мире существует практика «окультуривания» природных зарослей (полей) водорослей и проведения на основе естественных популяций экстенсивного культивирования доминирующего вида в природном водорослевом сообществе. Во Вьетнаме наиболее перспективными для экстенсивного культивирования природными водорослевыми сообществами являются обширные вдольбереговые заросли саргассов. Фитоценологические исследования сообществ саргассовых водорослей, проведенные советскими и вьетнамскими исследователями на о-ве Тху, а также в провинции Фукхань в 80-х гг. прошлого столетия, показали, что на основе естественных зарослей *S. aquifolium* [= *S. binderi*, *S. crassifolium*], *S. feldmannii*, *S. ilicifolium* [= *S. cristaefolium*, *S. duplicatum*], *S. polycystum* возможно наладить их экстенсивное культивирование с продуктивностью, превосходящей природные ассоциации этих водорослей (Титлянов и др., 1983; Калугина-Гутник, Титлянов, неопубликованные данные экспедиции на НИС «Академик Александр Несмеянов», 1981).

Саргассовое поле на западном побережье о-ва Тху в 1980 г. занимало площадь 3,5 км², на котором было найдено 5 видов саргассов: *S. carpophyllum*, *S. aquifolium* [= *S. crassifolium*], *S. feldmannii*, *S. ilicifolium*, *S. polycystum*. Все они, кроме *S. carpophyllum*, образовывали самостоятельные ассоциации. В пограничной зоне доминирующие виды соседних ассоциаций часто входили в состав сообщества почти в равном количестве. Такие пограничные олигодоминантные фитоценозы занимали незначительные по площади участки. В целом на саргассовом поле располагалось четыре ассоциации, выделенные по доминирующим видам.

Ассоциация *S. ilicifolium*. Фитоценозы одноярусные, сомкнутые, монодоминантные, с высоко-развитым растительным покровом. Общее проективное покрытие дна составляло 100%, высота растений колебалась от 50 до 230 см. Главную роль в создании ассоциации играли слоевища *S. ilicifolium*. Средняя численность и высота растений в ассоциации вида достигала 467±81 экз.·м⁻² и 21838±1694 г·м⁻². Запасы этого вида на исследованном поле, рассчитанные с учетом средней величины проективного покрытия, составляли 600 т сыр. м..

Ассоциация *S. feldmannii*. Фитоценозы двухярусные, сомкнутые, олигодоминантные, с хорошо развитым растительным покровом. Проективное покрытие колебалось от 40 до 100%, высота растений – от 25 до 42 см. *S. feldmannii* встречался по всему исследованному полю, входя в состав других фитоценозов. Монодоминантные заросли этого вида были встречены в центральной и западной частях поля на глубине 1,5–2 м. Биомасса водорослей в ассоциации на различных участках колебалась в пределах от 5764±1110 до 7500±1462 г м⁻². Средняя биомасса *S. feldmannii* составляла 2973 г·м⁻², а его запасы – 237,6 т сыр. м.

Ассоциация *S. polycystum*. Фитоценозы одноярусные, моно- и олигодоминантные, сомкнутые, с хорошо развитым растительным покровом. Проективное покрытие дна саргассами было от 20 до 80%, высота растений – от 17 до 51 см. Данный фитоценоз окаймлял центральную часть поля с южной и северной стороны. На южном участке заросли располагались на глубине 1,0–1,3 м, а на северном – 0,6–0,7 м. Численность и биомасса этого вида достигала 312–424 экз.·м⁻² и 5296–5591 г·м⁻² соответственно. Максимальная высота растений (до 70 см) отмечена на глубине 1,3 м. Средняя биомасса *S. polycystum* составляла 2929 г·м⁻². Общие запасы саргассов достигали 242,8 т сыр. м.

Ассоциация *Sargassum aquifolium* [= *S. crassifolium*]. Данная ассоциация была обнаружена на глубине 2,5 м и характеризовалась монодоминантным составом, очень изреженным растительным покровом с высотой растений 20 см и проективным покрытием 10%. Этот вид произрастал отдельными пятнами среди поселений кораллов до глубин 3,5–4 м. Средняя биомасса растений (при пересчете на проективное покрытие дна) составляла 170 г·м⁻². Запасы этого вида были незначительны – около 6,6 т сыр. м.

Таким образом, на исследованном участке поля общей площадью 26 га запасы саргассовых водорослей в мае 1980 г. достигали 1101,2 т сыр. м., что в среднем составляет 42,3 т. с 1 га. Из них 55% запасов приходилось на долю *S. ilicifolium*, средняя биомасса которого составляла 111,6 т сыр. м. с 1 га. Запасы *S. feldmannii* и *S. polycystum* были примерно одинаковы и в сумме составляли 43,6% от общего запаса саргассовых водорослей на исследованном поле.

Анализ продукционных характеристик *S. polycystum*, *S. swartzii* и *S. kjellmanianum* [= *S. miyabei*] из провинции Фукхань показал, что в марте и первой половине апреля эти виды активно фотосинтезируют, имеют высокий уровень отношения фотосинтеза к темновому дыханию и значительную нетто-продукцию, т.е. находятся в стадии активного роста. Наибольшие показатели скоростей фотосинтеза и дыхания, а также наивысшую нетто-продукцию имел *S. ilicifolium*, образующий в апреле густые заросли. Оптимальная фотосинтетически активная радиация (ФАР), необходимая для роста и развития *S. ilicifolium*, *S. polycystum*, *S. swartzii*, находится в пределах от 20 × 10⁵ до 70 × 10⁵ Дж × м⁻² × сут⁻¹, или от 40 до 200 Вт × м⁻². Наиболее продуктивными из всех изученных видов саргассумов побережья Вьетнама являются *S. ilicifolium*, *S. polycystum*, *S. swartzii*, которые можно рекомендовать для экстенсивного культивирования (Титлянов и др., 1983).

Таким образом, проведенные исследования дают основание считать, что природные заросли саргассовых водорослей центрального и южного Вьетнама могут быть преобразованы в окультуренные плантации с доминированием в сообществе наиболее продуктивного вида *S. ilicifolium*.

Основными хозяйственными мероприятиями на естественных полях саргассовых водорослей по превращению их в окультуренные сообщества (плантации) могут быть: 1) увеличение поверхности твердого субстрата в районе произрастания саргассов; 2) заселение свободного субстрата наиболее продуктивным видом; 3) регулирование плотности посадки растений; 4) постепенная замена менее продуктивных видов более продуктивными; 5) сбор урожая в сроки, когда содержание полезных веществ в талломах наибольшее, и отработка наиболее рационального метода снятия урожая; 6) получение путем скрещивания и селекции высокопродуктивных форм, с повышенным содержанием полезных веществ (альгинатов, фукоидана и др.); 7) все эти агротехнические мероприятия в настоящее время (при значительно подорванных ресурсах) возможны только в случае полного запрета на изъятие саргассов с выделенных участков.

Массовая промышленная марикультура

Эти способы культивирования подразумевают выращивание местных, а также интродуцированных видов водорослей на грунте или в толще воды на естественных или искусственных субстратах с максимальным использованием природных ресурсов (света, тепла и питательных веществ) с целью получения наибольшей биомассы водорослей с максимальным содержанием в них необходимых полезных веществ.

В настоящее время массовое культивирование водорослей сосредоточено преимущественно в странах Восточной Азии и Южной Америки. В Китае и в Корее в больших количествах культивируют такие бурые водоросли, как *Saccharina japonica* [= *Laminaria japonica*] и *Undaria pinnatifida*, которые используются в пищу и для производства альгинатов. В Китае в 2001 г. общая продукция культивируемых объектов составляла 11315 тыс. т сыр. м. в год (под аквакультуру было занято 1286 тыс. га площади водной поверхности), и примерно половину этой продукции давали бурые водоросли (Feng et al., 2004).

На Филиппинах выращивают около 100 тыс. т сыр. м. в год каррагинансодержащей водоросли *Kappaphycus alvarezii* (Hurtado et al., 2001).

В Чили культивируют агароносную водоросль *Gracilaria chilensis*, урожай которой составляет около 100 тыс. т сыр. м. (Santelices, 1986; Oliveira et al., 2000; Buschmann et al., 2001a).

В промышленной аквакультуре водоросли выращивают на грунте (*Gracilaria* spp.), на веревках (*S. japonica*, *U. pinnatifida*, *Kappaphycus* spp., *Euclima* spp., *Hypnea musciformis*, *Gigartina atropurpurea*) и на сетках (*Porphyra* spp., *Gracilaria* spp., *Cladosiphon okamuranus*, *Ulva* spp., *Monostroma* spp.).

Культивирование водорослей на грунте. Этим способом выращивают грацилярию, каппафикс, каулерпу в таких странах, как Чили, Филиппины, Вьетнам и др. Фрагменты водорослей закрепляют на грунте, рассчитывая количество использованного посадочного материала таким образом, чтобы ко времени сбора урожая водоросль полностью занимала поверхность дна (Santelices, Ugarte, 1990).

Грацилярию выращивают в мелководных лагунах и бухтах, закрытых от ветра, на песчаном или илисто-песчаном грунте. Урожай собирают через несколько месяцев после посадки (до образования у прикрепленных водорослей органов размножения) полностью или частично, в последнем случае оставляя часть урожая (от 10 до 40%) в качестве посадочного материала для дальнейшего культивирования. Для такого метода выращивания наиболее удобны виды (формы) не прикрепленных водорослей, вегетирующие в течение года и не имеющие репродуктивной фазы развития. Посадочный материал закрепляют на дне, втыкая в мягкий грунт, на коралловых окатышах или пластиковых мешках и трубках, набитых песком (Alveal, 1997, 1998; Pizarro, 1986; Critchley, 1993; Buschmann et al., 1995; Pickering, 2006).

Иногда водоросли выращивают на грунте, не закрепляя их на субстрате и сооружая на дне перегородки, мешающие выносу водорослей на берег или в другие части водоема (Santelices, Fonck, 1979; Glenn, Doty, 1990).

Водоросли умеренных широт наиболее активно растут в весенние и летние месяцы (Buschmann et al., 2001a, в; Oliveira et al., 2000; Choi et al., 2006).

Скорость роста тропических водорослей напрямую связана с температурой воды и содержанием в ней питательных веществ. На скорость роста влияют также освещенность, скорость течения и высота волн (Trono, 1993). Урожай зависит от плотности посадки, качества посевного материала, частоты и способа сбора водорослей (вручную или граблями с лодок). Продукция *G. chilensis* в Чили при таком способе выращивания может составлять в сублиторали от 100 до 150 т сыр. м. с 1 га в год, а на литорали до 70 т (Buschmann et al., 1995). *Kappaphycus alvarezii*, растущий на мягких грунтах в мелководных бухтах Гавайских островов, составлял до 21 т сух. м. с 1 га в год (Gleen, Doty, 1990).

Культивирование водорослей на веревках и канатах. Основой способа является закрепление посадочного материала водорослей на веревках, которые размещают в толще или у поверхности воды. Для этого используются полипропиленовые канаты и веревки, прикрепленные к буйам или плотам, установленным на якорях (рис. 42).

В случае, если культивирование проводится у поверхности воды, к веревкам крепятся дополнительные поплавки (Титлянов и др., 1995). Веревки натягивают параллельными рядами на расстоянии от 10 см до 1 м друг от друга, их длина составляет от нескольких до сотен метров в зависимости от гидрологических условий водоема, морфологии и скорости роста выращиваемых видов водорослей. Плантации располагают как на открытых участках акваторий, так и в закрытых бухтах, лагунах и эстуариях рек.



Рис. 42. Культивирование *Saccharina japonica* в Китае. Желтое море, г. Вэйхэй, октябрь 1998 г.

Характер посадочного материала зависит от видовой принадлежности культивируемого объекта. Так, посадочным материалом *S. japonica* и *U. pinnatifida* являются молодые спорофиты длиной 3–5 мм и 2–3 см соответственно, выращенные в специальных культивационных бассейнах и закрепленные ризоидами к шнурам (рис. 43). Отрезки таких шнуров с молодыми растениями крепятся к веревкам или канатам (Kawashima, 1993).

В Чили на веревочных конструкциях выращивают бурые водоросли *Macrocystis pyrifera* и *Lessonia trabeculata*. Веревки оспаривают в специальных бассейнах или вплетают в веревки молодые спорофиты, полученные в культуре. Красные водоросли размножают фрагментами талломов, также вплетая их в веревки.

Для посадки грацилярии вместо канатов и веревок иногда используют сетки (Critchley, 1993) или бамбуковые рамки с натянутыми между бамбуковыми палками веревками, к которым прикрепляют фрагменты водорослей. Если грацилярию культивируют в местах произрастания местной популяции водоросли, то в этом случае посадочным материалом могут быть споры, которые после закрепления прорастают на специальных веревочных конструкциях; затем проростки переносят на культивационные веревки (Critchley, 1993).

Количество посадочного материала на одной веревке рассчитывают таким образом, чтобы к моменту сбора урожая водоросли занимали большую часть пространства между веревками. Обычно перед посадкой несущие веревки находятся на плаву, что дает возможность производить посадку вручную с борта небольших плоскодонных ботов. По мере роста водорослей веревки заглубляются под тяжестью слоевищ (Critchley, 1993).

Продолжительность периода от посадки до сбора урожая зависит прежде всего от скорости роста водорослей и от времени их созревания (приобретения слоевищами необходимого качества: высокого содержания полисахаридов или определенных вкусовых качеств). Так, *S. japonica* в Китае в зависимости от способа выращивания собирают через 10 или 20 месяцев после посадки (Feng et al., 2004), а *U. pinnatifida* в Японии – через 3 мес. При этом урожай ундарии составляет до 150 т сыр. м. с 1 га за один сезон (Ohno, Matsuoka, 1993). Ламинарию и ундарию собирают вручную с ботов, отсекая слоевища от несущих канатов. В России *S. japonica* культивируют на юге Дальнего Востока с 1972 г. (Бабенко, 1981; Ширяев, 1981; Суховеева, Подкорытова, 2006). Выращивают ла-



Рис. 43. Выращивание проростков бурых водорослей (совместно с камбалой) в бетонных бассейнах, г. Вэйхэй (Китай), октябрь 1998 г.

минарию в течение двух лет. Первый (выборочный) сбор водоросли проводят через 16–17 мес, а массовый – через 18–19 мес после посадки. Урожай составляет 80–90 т сыр. м. с 1 га (Подкорытова, Буянкина, 1986). Урожай бурых водорослей *M. pyrifera* и *L. trabeculata* собирают один раз в год, он составляет у *M. pyrifera* 80 кг сыр. м. на один метр веревки, или около 800 т сыр. м. с 1 га; а у *L. trabeculata* – около 2,5 т сыр. м. с 1 га (Westermeier et al., 2006). Урожай красной водоросли *K. alvarezii* на Филиппинах собирают через 2–3 мес после посадки (Hurtado et al., 2001). Время роста грацилярии на веревках в тропических и субтропических районах составляет около двух месяцев, урожай достигает 35 т сыр. м. с 1 га в год (на Цейлоне) (Santelices, Doty, 1989). Урожай грацилярии (*Gracilaria chilensis*), культивируемой на веревках в слегка солоноватых эстуариях рек на юге Чили, составлял около 100 т сыр. м. с 1 га за сезон (Westermeier et al., 1993); урожай собирают вручную, срезая водоросли ножом и оставляя часть талломов для дальнейшего роста.

Во Вьетнаме *K. alvarezii* культивируют в полузакрытых мелководных лагунах и бухтах с песчаным и илистым дном на закрепленных над дном веревках (рис. 44). Средняя скорость роста каппафика в течение холодного периода (с октября по март) составляет 8–9% в день, в жаркий период (с апреля по сентябрь) – 4–6% в день. В лагунах с высокой концентрацией питательных веществ в воде скорость роста водоросли может достигать 10–12% в день. Сбор урожая проводят каждые 2–3 мес в жаркий сезон года и каждые 1,5–2 мес в холодный период. Годовая продукция при этом способе культивирования составляет свыше 10 т сух. м. с 1 га.

Количество продуцируемой биомассы водорослей зависит от многих причин, и прежде всего от гидрологических и гидрохимических условий в месте выращивания. С одной стороны, опти-



Рис. 44. Культивирование *K. alvarezii* во Вьетнаме в бух. Камрань (март 2006 г.). Вставка: зал. Шон Хай, март 2002 г.

мальный температурный режим, высокое содержание питательных веществ, сбалансированное содержание азота и фосфора в воде, достаточная освещенность, умеренные течение и волновое воздействие увеличивают урожай. С другой стороны, большие суточные или сезонные перепады температуры и солености, низкая концентрация питательных веществ, недостаток света, слабое движение воды или сильные штормы значительно снижают урожай водорослей.

Большое значение в получении высоких урожаев имеет также генетически обусловленная урожайность, или продуктивность, растений, поэтому для массового культивирования создаются (путем скрещивания и селекции) высокопродуктивные сорта, которые постоянно обновляются (Lüning, Pang, 2003). Важнейшим критерием урожая является его качество, т.е. высокое содержание в водорослях полезных продуктов, а для съедобных водорослей – их вкус и запах (Титлянов и др., 1995; Lüning, Pang, 2003).

Культивирование водорослей на сетках. Этот способ распространен повсеместно в местах, где выращивают водоросли из родов *Porphyra*, *Cladosiphon*, *Monostroma*, *Ulva*, и *Caulerpa*, а также некоторые виды грацилярии (Critchley, 1993). Размер ячеек сеток и толщина их нитей варьируют в зависимости от габитуса выращиваемых растений и действия на сетчатые конструкции таких факторов, как течения и седименты. Размер ячеек сеток определяется также техникой посадки водорослей и сбора урожая. В зависимости от метода культивирования и видовых особенностей водоросли сетки располагают в литоральной или в сублиторальной зоне, закрепляя их на бамбуковых (деревянных) конструкциях над дном, или подвешивают в толще воды на канатах, прикрепленных к наплавам (см. рис. 51). При выращивании порфиры и моностромы сетки, натянутые на рамы (или без рам), располагают в литоральной зоне таким образом, чтобы во время отлива они некоторое время обсыхали (борьба с эпифитами). При выращивании ульвы и кладосифона, а часто и порфиры сетки постоянно находятся в воде. При культивировании *Caulerpa lentillifera* на Окинаве (Япония) из сетки изготавливают специальные садки цилиндрической формы (60 см в диаметре и 100 см длиной) с металлическим каркасом, разделенным на 4 секции; садки прикрепляют к канатам, а канаты – к буям. Водоросли культивируют на мелководье, на расстоянии не менее 0,5 м от поверхности воды, в наиболее мелководных местах их высаживают на сетку, прикрепленную ко дну (Trono, Toma, 1993).

Посадочным материалом для ульвы и моностромы, выращиваемых на сетках, являются споры (Ohno, 1993). Оспоривание сеток может быть как естественным, так и искусственным. При естественном оспоривании сетки помещают в воду над зарослями водорослей во время их активного спороношения. Искусственное оспоривание сеток проводят в специальных бассейнах спорами, полученными из спорофитов, выращенных в культуре (Critchley, 1993). *C. lentillifera* и другие виды каулерпы высаживают вегетативными фрагментами слоевищ, прикрепляя их к сетке мягким шнуром. Для культивирования *Cladosiphon okamuranus* используют молодые спорофитные растения (длиной 2–5 см), пророщенные на сетках в культивационных танках и затем подрощенные в море или в бассейнах (Toma, 1993).

Посадочным материалом для культивирования порфиры являются микроталломы конхоцелиса – спорофитной стадии порфиры (*Conchocelis*), которые выращиваются из карпоспор в толще стенок устричных раковин в специальных бассейнах. Для освобождения конхоцелиса из раковин их переносят в другие бассейны и прикрепляют к сеткам. Конхоцелис выходит из стенок раковин и закрепляется на сетках, которые затем переносят в море. Через несколько дней конхоцелис продуцирует конхоспоры, которые закрепляются на сетках и прорастают в молодые растения (Oohusa, 1993). Закрепленные на сетках водоросли выращивают в море в течение нескольких месяцев.

Моностроmu обычно собирают три-четыре раза в год (на Окинаве, Япония) (Ohno, 1993); урожай составляет 1–1,2 кг сух. м. на 1 м² сетки в год. Ульву собирают 2 раза в год: зимой и весной; общий урожай составляет примерно от 0,5 до 1 кг сух. м. на 1 м² сетки за сезон (Ohno, 1993). Урожай *C. lentillifera* достигает 10 т сыр. м. с 1 га за культивационный период (Trono, Toma, 1993). Ульву, моностроmu и каулерпу собирают вручную, *C. okamuranus* – при помощи насосов. Урожай этой водоросли составляет около 180 т сыр. м. на 1 га площади сеток, или 100–120 т на 1 га дна (Toma, 1993).

4.1.2. ИНТЕНСИВНАЯ МАРИКУЛЬТУРА

Существует несколько способов интенсивного культивирования водорослей:

- культивирование одного или нескольких видов водорослей в баках (чанах) и бассейнах с использованием естественного или искусственного света с добавлением в воду питательных веществ, а также веществ, регулирующих рост водорослей (рис. 45);
- культивирование водорослей в небольших естественных водоемах (прудах, озерах, лагунах) с искусственной подкормкой (внесение в воду питательных неорганических и органических веществ) и осуществлением таких агротехнических мероприятий, как борьба с сорными видами водорослей и эпифитами, регулирование светового режима и водного протока (рис. 46).

К способам интенсивного культивирования относят также поликультуру, или объединенную культуру водорослей и животных (Troell et al., 2003; Neori et al., 2004; Schneider et al., 2004). В объединенной марикультуре может использоваться система баков или бассейнов, в которых культивируются водоросли и куда поступает вода, богатая органическими и минеральными веществами (жидкими отходами от производства животных: рыб, ракообразных и моллюсков). Водоросли поглощают большую часть этих отходов, превращая их в вещества своих тканей и очищая воду, которую можно снова использовать в культивационной системе (рис. 47).

Культивирование водорослей в прудах

Такие водоросли, как *Gracilaria* spp., *K. alvarezii*, *C. lentillifera*, можно культивировать в прудах, располагая водоросли на дне прудов или на веревках и сетках (рис. 48). Вода в такие пруды поступает или только из моря, или частично из моря и из реки (или с рисовых полей), а также из водоемов, где культивируют животных. При культивировании водорослей в воде, бедной питательными веществами, в нее вносят минеральные и органические удобрения. Органические удобрения также часто вносят в грунт при подготовке прудов к посеву водорослей. Подача, обмен и проток воды в таких прудах регулируются через систему шлюзов. Культивируемые водоросли (например, *C. lentillifera*) могут затеняться сетками (рис. 47). Прудовая интенсивная культура грацилярии



Рис. 45. Культивирование *Palmaria palmata* в баках на ферме профессора Клауса Люнинга, о-в Зульд, Германия, декабрь 2007 г.



Рис. 46. Культивирование *Caulerpa lentillifera* в прудах, Вьетнам, окрестности г. Нячанга, апрель 2008 г. (Фото О.С. Белоус)



Рис. 47. Совместная марикультура макроводорослей (нижний снимок) и устриц (верхний снимок) на о-ве Зулд в Германии, декабрь 2007 г. (на переднем плане профессор Клаус Люнинг). Вода циркулирует между бассейнами, где культивируют устрицы и выращивают водоросли



Рис. 48. *Gracilaria bailiniae*, культивируемая в прудах в пос. Суанг Кань (Вьетнам), март 2009 г.

распространена в Китае и Вьетнаме. Так, в Китае под прудовую культуру грацилярии занято около 1500 га, где производится до 2 тыс. т сух. м. грацилярии в год, т.е. урожайность ежегодно составляет в среднем 1,3 т сух. м., или примерно 40 т сыр. м. с 1 га за 150 дней выращивания (Santelices, Doty, 1989).

Gracilaria heteroclada культивируют в центральных и южных провинциях Вьетнама (Huynh et al., 2007). Этот вид грацилярии выращивают не только полуинтенсивным и интенсивным способами, но также в поликультуре с креветкой. Посадочным материалом являются фрагменты талломов водорослей, которые разбрасываются на песчаном или илистом грунте. Водоросли растут наиболее быстро при солености 25–30‰ и при температуре 26–32°C со скоростью 5–7% в сутки. Соленость ниже 20‰ и температура воды выше 34°C ингибируют рост водоросли (Pham, 1998). Если соленость воды в лагунах не опускается ниже 20‰, то *G. heteroclada* можно культивировать в течение всего года. Водоросль выращивают также в прудах, предназначенных для культивирования креветок (*black tiger shrimp*), при этом увеличивается урожай как водорослей, так и ракообразных. В настоящее время *G. heteroclada* культивируют примерно на 100 гектарах.

Урожай составляет 1,5–2,0 т сух. м. с 1 га. При культивировании грацилярии глубина прудов обычно составляет 20–30 см, но может достигать 60 см. Воду в прудах заменяют каждые 2–3 дня или через 6–15 дней, если вода богата питательными веществами. Пруды «засевают» фрагментами талломов грацилярии (около 5–6 т сыр. м. водоросли на 1 га акватории прудов), разбрасывая их по илистому или илисто-песчаному дну. Урожай собирают через 30–45 дней при помощи невода или граблей, оставляя примерно половину талломов в прудах для дальнейшего роста. При культивировании грацилярии серьезной проблемой является борьба с быстрорастущими водорослями-эпифитами и сорняками. В борьбе с эпифитами может помочь совместное культивирование грацилярии с травоядными рыбами или крабами.

Для культивирования *Caulerpa lentillifera* необходимы чистые морская и речная вода, а также умеренное движение воды. Вода должна сменяться чаще, чем при выращивании грацилярии. В воду добавляют только минеральные удобрения и гашеную известь для стабилизации pH ~7. Посадочным материалом являются фрагменты слоевищ каулерпы, которые на 1/3 погружают в

грунт. Растения высаживают на расстоянии 1 м друг от друга. Иногда фрагменты просто разбрасывают по дну. Глубина водоема во время посадки водорослей обычно составляет около 50–80 см, в дальнейшем она может варьировать. Через 2–3 мес, когда каулерпа покроет дно сплошным ковром, ее собирают, оставляя 20–25% урожая для дальнейшего роста водоросли. Второй сбор урожая проводят через 2 недели (см. рис. 46).

Культивирование каппафикуса в прудах (Вьетнам) осуществляется тремя способами: 1) с закреплением посадочного материала (фрагментов талломов) на веревках, натянутых над дном с илистым или илисто-песчаным грунтом; 2) путем разбрасывания фрагментов талломов по чистому песчаному грунту или дну, устланному ракушечником; 3) разбрасыванием посадочного материала на сетки, закрепленные над дном с илистым или илисто-песчаным грунтом. Глубина водоемов в местах культивирования каппафикуса должна быть не меньше 0,5 м во время отлива, соленость воды – от 25 до 34‰. Морская вода поступает в пруды через шлюзы нерегулярно, а только во время максимальных приливов. В период, когда морская вода не поступает в водоемы, водоросли необходимо подкармливать нитратами и фосфатами. Скорость роста каппафикуса в сухой и жаркий сезон при температуре воды 30–34°C и освещенности 50000 люкс составляет 3–4% в день, а в холодный сезон – 5–6% в день.

Культивирование *K. alvarezii* в прудах возможно в течение всего года. Часто в одних и тех же прудах культивируют водоросль и креветку. В этом случае каппафикус выращивают с октября по март, а креветку – с апреля по сентябрь (Huynh et al., 2007; Pham, 2007).

Интенсивное культивирование имеет как преимущества, так и недостатки перед экстенсивным культивированием. Несомненным преимуществом является снижение риска потери урожая при сильных штормах или при сильном подъеме (или снижении) уровня воды, а также возможность контролировать или изменять состав водной среды, повышая, таким образом, урожай. Отсутствие травоядных животных также сохраняет урожай водорослей в прудах. Отрицательной стороной прудовых хозяйств является использование под их строительство участков побережья, особенно богатых разнообразием растительного и животного мира: мелководных лагун, мангровых зарослей, маршей, эстуариев рек и т.д.

Культивирование водорослей в бассейнах, баках (чанах)

Интенсивное экспериментальное культивирование водорослей в баках было начато в 70-е гг. прошлого столетия в Канаде и США (Ryther, 1975), а позже в Чили (Ugarte, Santelices, 1992). В настоящее время этот способ культивирования нашел применение в США, Канаде, Чили, Израиле, Мексике, Германии, Китае, Японии. При выращивании растений в баках получают наибольшую продукцию (в расчете на 1 м² водной поверхности) по сравнению с другими способами культивирования.

Культура водорослей в бассейнах и баках используется для очистки воды после разведения морских животных, для получения посадочного материала водорослей (Huang, Rorrer, 2003) и наиболее ценных продуктов из них, таких как агароза, простагландины и другие вещества, применяемые в медицине и в научно-исследовательской работе (Yamamoto et al., 1991; Friedlander, Levy, 1995; Pang et al., 2007; Msuya, Neori, 2008), а также для выращивания водорослей (например, *Palmaria mollis*) на корм морскому ушку (Demetropoulos, Langdon, 2004). Для получения большой биомассы водорослей их выращивают в бассейнах, сделанных из бетона, объемом в десятки кубических метров, а для научно-исследовательских работ – в аквариумах или небольших пластиковых баках (см. рис. 45).

Интенсивная марикультура в баках не применяется для массового выращивания макрофитов, что связано с высокой стоимостью получаемого сырья (большие энергозатраты, использование дорогих материалов и техники). Посадочным материалом в интенсивной марикультуре могут быть фрагменты талломов, проростки и споры.

Для введения высокопродуктивной культуры водорослей перед началом производства тщательно отрабатываются методы культивирования планируемого вида. Подбирается оптимальный режим освещения, температуры и минерального питания. При подборе режима освещения регулируются количество и качество светового потока (используются фильтры, шторы, дополнительное искусственное освещение), глубина танков, плотность культивируемых водорослей, скорость циклического движения водорослей от поверхности воды ко дну танка и обратно. Циклическое движение водорослей в танках обеспечивается движением воды, вызванным направленным потоком воздуха. Температурный режим создается прохождением воды через охлаждающие или нагревательные системы, а также температурой воздуха в помещении или тем и другим. Минеральное питание подается в баки постепенно или периодически. Часто воду обогащают CO_2 или бикарбонатом. Соленость регулируется добавлением в среду пресной или дистиллированной воды, а также морской соли, содержащей все необходимые элементы. Для борьбы с микрофлорой в воду добавляют ингибиторы роста бактерий. Чтобы постоянно поддерживать высокий уровень продукции водорослей, часть накопившейся биомассы периодически изымается.

Продукция водорослей зависит от метода и объекта культивирования. Так, при культивировании *Gracilaria tikvahiae* в небольших баках (55 л) с частой сменой воды, подкормкой минеральными солями, периодическим перемешиванием воздухом и с частым отбором биомассы продукция с 1 м² поверхности бака составляла от 12 до 40 г сыр. м. в день, что эквивалентно 127 т сыр. м. с 1 га в год (Hanisak, 1981). Почти такая же продукция грацилярии была получена в бассейнах, содержащих 24 тыс. л воды (Hanisak, Ryther, 1984). Проростки *Porphyra* sp., выращиваемые в баках, давали до 120 т сыр. м. с 1 га водной поверхности за 4 мес (Israel et al., 2006).

Разновидностью интенсивного культивирования является выращивание водорослей в контейнерах при увлажнении их слоевищ мельчайшими каплями воды, обогащенной минеральными солями. Такая культура дешевле, чем культура в толще воды, а основное ее достоинство – меньшее количество эпифитов и отсутствие сорных водорослей. Урожай *Gracilaria chilensis*, выращенной из фрагментов талломов в водно-капельной культуре, составлял от 1,8 до 16,0 т сух. м. с 1 га в год (Pickering et al., 1995), урожай *Ascophyllum nodosum* – 143 т сух. м. с 1 га в год, или 22 т сух. м. с 1 га в год (Rheault, Ryther, 1983). *Gracilaria secundata* росла со скоростью 1,3% в день (Pickering et al., 1995), а *G. chilensis* – 2% в день (Ugarte, Santelices, 1992). Скорость роста *A. nodosum* составляла, по данным разных авторов, 1,2% (Rheault, Ryther, 1983), 2,4% (Lignell, Pedersen, 1986) и 0,9% в день (Haglund, Pedersen, 1988).

Совместная (интегрированная) марикультура морских организмов

Под термином «интегрированная марикультура» (морская поликультура) подразумевается совместное культивирование морских организмов в соленой (морской) или солоноватой воде. В совместной марикультуре морские растения могут выращиваться как экстенсивными, так и интенсивными способами. Методы экстенсивного культивирования используются в открытых водоемах, интенсивного – в прудах, бассейнах и других емкостях (см. рис. 47).

Методы интегрированной марикультуры разрабатываются с 70-х гг. прошлого столетия, когда началось массовое культивирование морского ушка на фермах, расположенных на суше (Haines, 1975; Ryther et al., 1975; Langton et al., 1977; Harlin et al., 1978). В 90-х гг. прошлого столетия в связи с развитием интенсивной марикультуры (монокультуры) рыб, креветок и других животных, а также из-за катастрофического загрязнения прибрежных вод жидкими отходами, поступающими с расположенных на берегу и в море культивационных систем, исследования по изучению возможности использования водорослей для очистки воды возобновились (Vandermeulen, Gordin, 1990; Cohen, Neori, 1991; Neori et al., 1991; Haglund, Pedersén, 1993; Hirata, Kohirata, 1993; Largo, Ohno 1993; Buschmann et al., 1994a, b, 1996a, b, 2001a, b; Neori 1996; Jimenez del Rio, Ramazanov, 1996; Troell et al., 1997; Chopin et al., 1999; Gacia et al., 1999). Было показано, что загрязненные при интенсивной и полунтенсивной марикультуре животных воды, содержащие большое количество

аммония, нитратов и фосфорных соединений, являются хорошей средой для культивирования водорослей, которые способны почти на 100% очистить воду от этих веществ. Одновременно с экспериментальными исследованиями создаются теоретические модели и разрабатываются методы выращивания водорослей в интегрированной макультуре (Cohen, Neori, 1991; Coffaro, Sfriso, 1997; Troell et al., 2003; Runcie et al., 2004; Schneider et al., 2004). В последние 5 лет (2003–2008 гг.) появились работы, в которых описываются методы поликультуры и результаты пока еще экспериментального полупромышленного культивирования водорослей в интегрированных системах (Buschmann et al., 2001a, b; Neori et al., 2003, 2004; Hernandez et al., 2005a, b; Lombardi et al., 2006; Matos et al., 2006; Schuenhoff et al., 2006; Paul et al., 2008).

Анализ способов интегрированной марикультуры водорослей. Способы интегрированной марикультуры с включением водорослей можно разделить на группы:

1. Выращивание водорослей в прудах, бассейнах и баках на воде, обогащенной органическими отходами от культивирования рыб или беспозвоночных.
2. Выращивание водорослей в прудах совместно с рыбой, ракообразными и моллюсками.
3. Культивирование водорослей в море вблизи от садков с животными.

Основной задачей при использовании данных методов интегрированной марикультуры в настоящее время можно считать экономически эффективное массовое выращивание животных с высоким выходом и качеством продукции, без загрязнения окружающей среды и обеднения или изменения естественных биоценозов.

Моделирование интегрированных марикультурных систем. При моделировании интегрированных систем марикультуры весь процесс производства делят на несколько блоков. Модели описывают пищевые и энергетические взаимодействия между блоками и предлагают мероприятия по повышению эффективности работы системы. Одной из таких работ является создание модели по интенсивному выращиванию животных (рыбы) в бассейнах или баках с полным набором компонентов процесса (Schneider et al., 2004). Эта наиболее общая модель, анализирующая питательные потоки на основе баланса содержания азота и фосфора у всех участников процесса и представляющая собой гипотетическую схему интегрированной марикультуры, состоит из 5 блоков:

1. Блок (модуль) по превращению пищи в биомассу культивируемого животного (the fish-biomass-converter). В этом модуле культивируемые животные, поедая и усваивая корм, превращают его в вещества своего тела (в биомассу) и выделяют отходы метаболизма в воду в виде растворимых и нерастворимых экскретов.

2. Блок продукции и разделения отходов (the fish-waste-processor). В этом блоке образуются жидкие и твердые отходы (потери) корма и выделения (экскреты) животных, которые сепарируются на растворенные и нерастворенные в воде вещества.

3. Блок фототрофных превращений (phototrophic-converter). В этом модуле жидкие отходы, растворенные в воде, усваиваются фототрофными организмами (микроводорослями, макроводорослями и морскими травами) в процессе фотосинтеза, превращаясь в биомассу (вещества) автотрофных организмов.

4. Блок по превращению биомассы автотрофных организмов в биомассу растительноядных животных (phototrophic-herbivore-converter). В этом блоке такие растительноядные животные, как рыбы, моллюски (в основном морское ушко), некоторые ракообразные, поедая (выращенные на жидких отходах производства) растения и микроорганизмы, превращают их в вещества своего тела.

5. Блок по превращению твердых отходов (разделенных во втором блоке на взвесь и осадок) в биомассу животных фильтраторов (двустворчатые моллюски) и детритофагов (рыбы, голотурии) (detritivorous-converter). Здесь растворимые и нерастворимые в воде вещества перерабатываются бактериями как в неиспользуемые в системе неорганические вещества, так и в используемую в питании животных биомассу бактерий.

Чтобы достигнуть главной цели интегрированной марикультуры и получить наибольшую биомассу культивируемых видов, не загрязняя окружающую среду, в каждом из модулей необ-

ходимо проводить соответствующие задачам мероприятия. Эти мероприятия (при выращивании рыбы в танках), согласно Шнайдеру с соавторами (Schneider et al., 2004), могут быть следующие.

В блоке № 1 необходимо повышать уровень превращения пищи в биомассу тела рыбы (nutrient retention), который при современных методах выращивания варьирует в следующих пределах: по усвоению азота – от 20 до 50% и фосфора – от 15 до 65%. Проводимые мероприятия – это увеличение усвояемости корма рыбами и уменьшение его потерь.

В блоке № 2 должно быть предельно снижено разрушение и растворение корма в воде. Для применяемого в настоящее время корма для рыб потери при кормлении составляют от 30 до 65% по азоту и от 30 до 65% по фосфору.

Основным мероприятием в блоке № 3 должен быть выбор автотрофного объекта культивирования, имеющего высокие возможности в переработке жидких отходов производства в органические вещества клеток (особенно в белок и другие азотистые соединения), поедаемые травоядными животными, а также подбор условий для интенсивного культивирования отобранных автотрофных организмов.

В блоке № 4 необходимыми мероприятиями, увеличивающими эффективность работы этого конвертера, является отбор травоядных животных, с наибольшей эффективностью поедающих и усваивающих биомассу растений и бактерий.

В блоке № 5, производящем переработку твердых отходов, проводятся мероприятия по отбору для интегрированной культуры животных-фильтраторов и животных, поедающих донные осадки, а также созданию условий для эффективной утилизации отходов. Кроме того, проводится поиск и внедрение в систему бактерий, перерабатывающих отходы с меньшими потерями и с большей пользой для системы, т.е. с большим получением бактериального белка, поедаемого животными интегрированной системы.

Последние достижения по выращиванию морских водорослей в поликультуре. Виды водорослей, нашедшие применение в открытой и закрытой системах интегрированной марикультуры, приведены в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4. Водоросли и животные, культивируемые в интегрированной марикультуре, способы культивирования, продукция водорослей и интенсивность биофильтрации

Водоросли	Животные	Способ культивирования	Продукция водорослей или скорость их роста	Интенсивность биофильтрации	Источник
<i>Ulva rotundata</i> (1), <i>Gracilariopsis longissima</i> (2)	Морской лещ (<i>Sparus aurata</i>)	Бассейн	–	(1) – 54% DIN, 8,9% DIP. (2) – 17% и 3,2% соответственно	Hernandez et al., 2005a, b
<i>Ulva lactuca</i>	Морское ушко (<i>Haliotis discus</i>), морской еж (<i>Paracentrotus lividus</i>) и морской лещ (<i>Sparus aurata</i>)	Бассейн	94–117 г сыр. м. на 1 м ² в день	30% DIN + DIP	Schuenkoff et al., 2006
<i>Ulva lactuca</i>	Рыба и морское ушко	Бассейн	189 г сыр. м. на 1 м ² в день	85–90% аммония	Neori et al., 2003
<i>Ulva rotundata</i> , <i>Ulva intestinalis</i> , <i>Gracilaria gracilis</i>	Морской окунь	Бассейн	–	60,7% DIP	Martinez Aragon et al., 2002
<i>Ulva lactuca</i> , <i>Gracilaria</i> spp.	Морской лещ (Seabream), морское ушко	Бассейн	–	–	Neori et al., 1998, 2000
<i>Chondrus crispus</i> (1), <i>Gracilaria bursa</i> (2), <i>Palmaria palmata</i> (3)	Палтус (<i>Scophthalmus maximus</i>), морской окунь (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Двухкаскадная система чанов	(1) – 37, (2) – 29,1 и (3) – 40 г сух. м. на 1 м ² в день	DIN, %: (1) – 41,3%, (2) – 46,8%, (3) – 41%	Matos et al., 2006

Водоросли	Животные	Способ культивирования	Продукция водорослей или скорость их роста	Интенсивность биофильтрации	Источник
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Креветка (<i>Liopenaeus vannamei</i>)	Открытая садковая культура	17,5 кг сух. м. на 1 м ² в день	–	Lombardi et al., 2006
<i>Asparagopsis armata</i> (tetrasporophyte)	Рыба	Бассейн	100 г сух. м. на 1 м ² в день	–	Schuenkoff et al., 2006
<i>Gracilaria chilensis</i>	Рыба, устрицы, морской еж	Бассейн	–	–	Chow et al., 2001
<i>Gracilaria parvispora</i>	Креветка	Плавающие садки	–	–	Nelson et al., 2001
<i>Gracilariopsis longissima</i>	Рыба	Бассейн	–	–	Buschmann et al., 1996a, b;
<i>Porphyra</i> spp.	Рыба	Садки	–	–	Carmona et al., 2001
<i>Palmaria mollis</i>	Морское ушко (<i>Haliotis rufescens</i>)	Бассейн	–	–	Evans, Langdon, 2000
<i>Porphyra</i> spp.	Рыба (лососевые)	Система садков	–	–	Chopin et al., 1999
<i>Gracilariopsis bailinae</i>	Рыба ханос (<i>Chanos chanos</i>)	Садки	–	–	Alcantara et al., 1999
<i>Gracilaria chilensis</i>	Рыба (лососевые)	Морские садки	–	–	Troell et al., 1997
<i>G. chilensis</i>	Рыба (лососевые) (<i>Oncorhynchus kisutch</i> , <i>O. mykiss</i>)	Бассейн	48,9 кг сыр. м. на 1 м ² в год	50–95% аммония	Buschmann et al., 1994a, b, 1996a, b
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Двустворча-тый моллюск (<i>Pinctada martensi</i>)	Садки	6,5% в день	от 67,2 до 73,9% от общего азота	Qian et al., 1996
<i>Hypnea musciformis</i>	Двустворча-тый моллюск (<i>Tapes japonica</i>)	–	–	–	Haines, 1975; Langdon et al., 1977
<i>Laminaria</i> spp.	Рыба (лососевые)	Садки	–	–	Subandar et al., 1993

Пр и м е ч а н и е. DIN – растворимый неорганический азот; DIP – растворимый неорганический фосфор.

Начиная с 70-х гг. прошлого столетия и до настоящего времени в поликультуре морских организмов были опробованы в качестве фильтраторов жидких отходов более 20 видов водорослей, таких как *Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria textorii*, *G. bursa-pastoris*, *G. gracilis*, *G. chilensis*, *G. parvispora*, *Gracilariopsis heteroclada*, *G. longissima*, *G. lemaneiformis*, *Chondrus crispus*, *Palmaria palmata*, *P. mollis*, *Asparagopsis armata*, *Porphyra* spp., *Hypnea musciformis* (красные); *Laminaria* spp., *Fucus vesiculosus* (бурые); *Ulva lactuca*, *U. rotundata*, *U. intestinalis*, *U. rigida* (зеленые). В основном эти же виды водорослей используются в экстенсивной монокультуре.

Водоросли, поглощающие и усваивающие неорганические и органические вещества отходов от культивирования животных, накапливают большую биомассу и большее количество белка, чем водоросли, культивируемые в экстенсивной монокультуре (Schneider et al., 2004). Они могут извлечь из воды до 80–90% жидких отходов, из них – до 60% соединений фосфора, примерно столько же азота и до 95% аммония (табл. 4) (Buschmann et al., 1996a, b; Martinez-Aragon et al., 2002; Neori et al., 2003; Hernandez et al., 2005). Интегрированное экстенсивное или полуинтенсивное культивирование водорослей в одном водоеме с травоядными животными повышает продукцию последних и улучшает качество продукта (вкус, текстуру и жирность мяса) (Nelson et al.,

2001; Lombardi et al., 2006; Zhou et al., 2006). Использование водорослей, культивируемых в прудах и танках (в закрытой интегрированной системе), на корм морскому ушку увеличивает экономическую эффективность марикультуры и повышает доходы фермеров (Buschmann et al., 2001a).

4.2. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

Культивирование водорослей в промышленных масштабах имеет множество проблем в развитии и расширении этого производства, а применение некоторых способов культивирования в будущем является проблематичным. Основными проблемами экономически эффективного выращивания водорослей являются борьба с сорными водорослями и эпифитами (Pizarro, 1986; Gonzales et al., 1993; Buschmann et al., 1995; Lüning, Pang, 2003), защита водорослевых плантаций от травоядных животных и недостаток посадочного материала. Кроме того, промышленное культивирование водорослей наносит непоправимый ущерб естественным водным и наземным экосистемам, а занятие больших участков акваторий под хозяйства марикультуры мешает судоходству и рыболовству в этих районах, в связи с чем возникают социальные проблемы.

4.2.1. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МАКРОВОДОРΟΣЛЕЙ

Эпифитизм и борьба с сорняками

Засорение плантаций так называемыми «сорными» водорослями из родов *Hypnea*, *Dictyota*, *Hydroclathrus*, *Ulva* и водорослями-эпифитами, конкурирующими с культивируемыми водорослями за свет, субстрат и минеральные ресурсы (Buschmann, Gomez, 1993), отрицательно влияет на скорость фотосинтеза и роста культивируемых видов, снижает урожай и его качество (рис. 49).

«Пропалывание» плантаций (сбор сорных водорослей и эпифитов) значительно увеличивает затраты на производство (Kuschel, Buschmann, 1991; Buschmann, Gomez, 1993; Buschmann et al., 1994a).

Предлагаются разные способы сдерживания роста и развития быстрорастущих водорослей на плантациях. Это повышение плотности сообществ культивируемых видов; уменьшение светового потока путем заглубления плантаций; временное опреснение водоемов и осушение плантаций; культивирование в водоемах травоядных рыб и моллюсков, поедающих только нежные нитчатые водоросли (эпифиты); пропалывание плантаций; изменение pH среды и режима питания, а также времени (сезона) посадки водорослей и сбора урожая; селекционный отбор форм водорослей, не подверженных или мало подверженных заражению эпифитами (Buschmann et al., 1997a; Fletcher, 1995).

При интенсивном способе культивирования основным методом борьбы с эпифитами является поддержание определенного светового режима, который способствует росту культуры и губителен для сорняков и эпифитов. Было показано, что если культура *Chondrus crispus* (Bidwell et al., 1985) имеет плотность около 10 кг сыр. м. на 1 м² водной поверхности бака при его глубине 60–90 см, а время циркуляции слоевищ в воде составляет 1–1,5 мин, то пребывание водорослей на ярком свете у поверхности воды, как и у дна (при почти полном отсутствии света), составляет 10 с. Подобный режим освещения поддерживает продуктивность *C. crispus* на высоком уровне и не подходит для роста сорняков и эпифитов.

Избавиться от эпифитов помогает также изменение сезонной ритмики роста у многолетних бурых водорослей. Так, при культивировании *Laminaria digitata* в баках при естественном освеще-



Рис. 49. Сорные зеленые водоросли на плантациях грацилярии (*Gracilaria tenuistipitata*). Вьетнам, лагуна О Лан, март 2009 г.

нии с искусственно сокращенным периодом освещения в летнее время до 8 ч в сутки слоевища ламинарии быстро росли, в то время как эпифиты и эфемеры, нуждающиеся в большей продолжительности светового периода, в этих условиях не развивались (Gomez, Lüning, 2001).

Растительоядные животные и болезни водорослей

Практика показала, что культивирование одного или двух видов на одном и том же месте в течение нескольких лет приводит к размножению на плантациях растительоядных рыб, гастропод и полихет, которые, поедая водоросли, уменьшают урожай (Pizarro, 1986; Buschmann et al., 1995, 1997b). Количество некоторых животных, например полихет (Polychaete), можно контролировать, применяя пестициды (Buschman et al., 2001b). Однако пестициды убивают не только полихет, но и хищников, сдерживающих распространение травоядных животных.

В некоторых районах культивирования на водорослях поселяются двусторчатые моллюски (например, мидии). Водоросли под тяжестью животных-обрастателей отрываются от веревок, падают на дно, загнивают и, в конечном итоге, загрязняют водоем (Retamales, Buschmann, 1996). На юге Дальнего Востока России грацилярия, выращиваемая в лагунах (в затишных местах), обрастает мшанками (Титлянов и др., 1995). На атлантическом побережье Канады в 80-е гг. прошлого столетия после массовой гибели морского ежа в большом количестве появились мезогастропода *Lacuna vincta*, морское блюдечко *Notoacmaea testudinalis* и хитон *Tonicella rubra*, поедающие слоевища бурой водоросли *Laminaria longicruris* (Johnson, Mann, 1986). Водоросли также поедаются амфиподами, живущими в их зарослях (Титлянов и др. 1995; Duffy, 1990).

Наиболее распространенным заболеванием на плантациях *Eucheuma* и *Gracilaria* является болезнь «Ice-ice» или «болезнь погибшего урожая». Симптомы болезни проявляются в условиях плохой освещенности, слабого движения воды или низкого содержания в воде микроэлементов:

талломы обесцвечиваются, фрагментируются и опадают на дно. Чтобы спасти растения от гибели, их необходимо быстро пересадить в другое место с лучшей освещенностью и с более интенсивным движением воды или внести подкормку (Critchley, 1993).

Талломы грацилярии могут быть заражены эндофитными амебами (Correa, Flores, 1995). Болезнь начинается с появления белых пятен, которые быстро покрывают весь таллом. Амебы перфорируют клеточные стенки водорослей и выедают протопласты. Лучшие способы борьбы с травоядными животными и болезнями – это смена места выращивания водорослей или чередование выращиваемых видов (Buschmann et al., 1997c, 2001a, b).

Получение посадочного материала

При промышленном культивировании красных водорослей (за исключением *Porphyra*) используются фрагменты талломов уже выращиваемых водорослей или водорослей из дикой популяции. При таком способе размножения теряется значительная часть урожая как культивируемых, так и природных сообществ. Кроме того, водоросли, выращиваемые из года в год в одном и том же месте из фрагментов слоевищ, теряют такие положительные свойства, как приспособленность к свету и температуре, устойчивость к действию ультрафиолетового света, обсыханию, изменению солености и к болезням. Это, в свою очередь, приводит к снижению их продуктивности и, в конечном итоге, к потере урожая. Данные изменения связаны с не свойственными для культивируемого вида условиями существования, с генетическими перестройками под действием неблагоприятных факторов среды, с отсутствием обновления генетического материала при неполном онтогенетическом цикле.

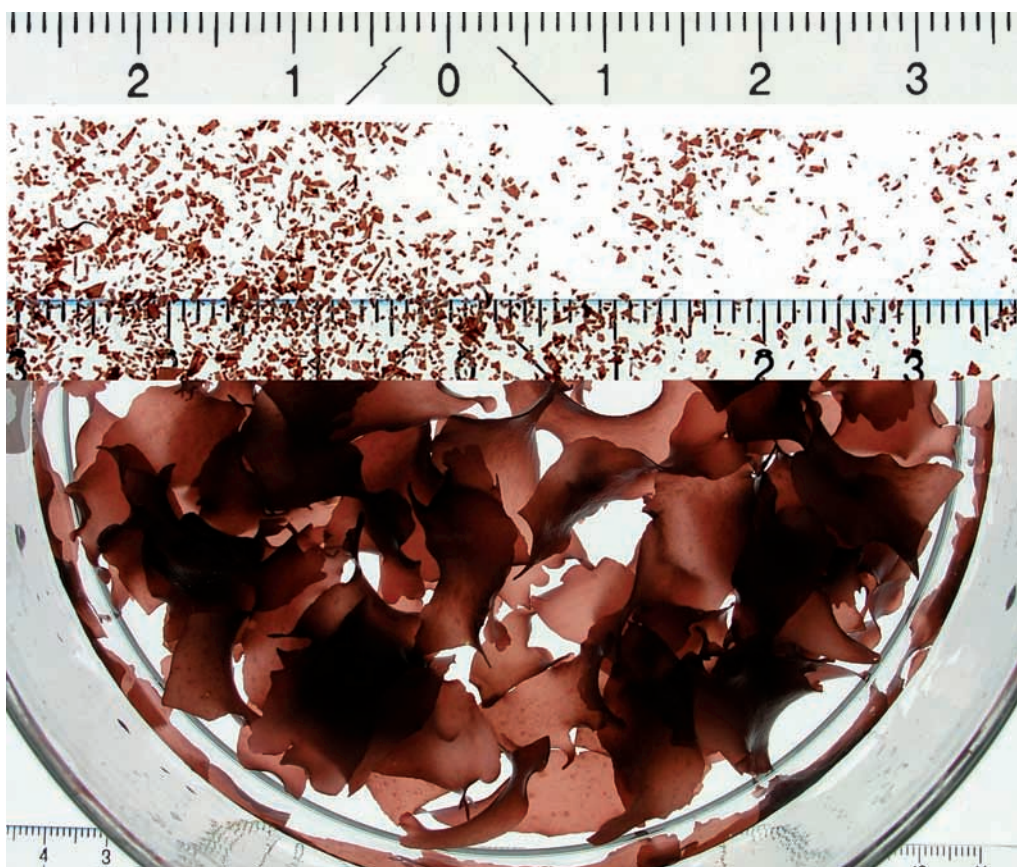


Рис. 50. Получение проростков *Palmaria palmata* из краевой меристемы

Проблему нехватки посадочного материала решают по-разному: получают посадочный материал путем клонового размножения, заменяя культивируемую форму (штамм, тип, клон) дикими или культивируемыми в других районах формами (Caro et al., 1999; Smit, Bolton, 1999; Strain et al., 2007); используют в качестве посадочного материала проростки диких форм водорослей, выросших на конструкциях плантаций, находящихся недалеко от диких зарослей водорослей; отбирают новые формы водорослей путем селекции (Ask, Azanza, 2002); культивируют посадочный материал из тетраспор и зигот (Alveal et al., 1997; Gall et al., 2004; Hwang et al., 2006); получают проростки из тканевой культуры и культуры протопластов (Dipakkore et al., 2005; Reddy et al., 2008).

Однако все перечисленные методы получения посадочного материала не соответствуют главному требованию массовой, промышленной марикультуры водорослей: наличие посадочного материала в достаточном количестве в любое время года.

В 2004–2006 гг. совместными усилиями российских и немецких ученых был разработан метод массового получения проростков *Palmaria palmata* и *Gelidium* spp. из краевой и апикальной меристем соответственно (Titlyanov et al., 2006a, b). Этот метод позволяет получить проростки водорослей в любом количестве и в любое время года в течение 5–7 недель (рис. 50).

Метод состоит из следующих операций: 1) выращивание в интенсивной культуре спорофитных или гаметофитных растений; 2) отделение от слоевищ меристематических тканей; 3) культивирование фрагментов меристемы и 4) получение проростков из тканевой культуры меристемы.

Этим методом из одного слоевища *P. palmata* (длиной 5 см, шириной 2 см и массой 300 мг) получают до 5000 проростков (длиной 2–3 см, шириной 1–1,5 см и массой 150 мг) или 2 кг сыр. м. проростков. Из 100 мг фрагментов меристемы *Gelidium* spp. получают 30 г проростков с ризоидами. Получение проростков гелидиума с ризоидами имеет большое значение в развитии экстенсивной культуры этой водоросли. При тканевой культуре из субмеристематических микрофрагментов талломов *P. palmata* можно получить тетраспоры. Так, после 6 нед. культивирования субмеристематических фрагментов размером 1–2 мм² их масса увеличилась примерно в 200 раз, все фрагменты продуцировали тетраспоры в большом количестве (Titlyanov et al., 2006a).

Негативное влияние марикультуры на донные экосистемы

В мировой литературе превалирует мнение, что марикультура водорослей имеет только положительный эффект, очищая воды Мирового океана от органических и неорганических отходов антропогенного происхождения, значительно уменьшая эвтрофикацию (Morand, Merceron, 2005). Действительно, экспериментально доказано, что водоросли могут извлекать из загрязненной воды до 90% неорганических веществ, содержащих азот и фосфор, поступающих в Мировой океан с сельскохозяйственных полей, с отходами из больших городов и с марикультурных ферм (Buschmann et al., 2001a; Hurtado et al., 2001, 2006; Lüning, Pang, 2003). В то же время массовая промышленная монокультура водорослей приносит несомненный вред местным бентосным экосистемам в районах культивирования водорослей. Особенно страдают мелководные лагуны, бухты и эстуарии рек, где развито придонное выращивание водорослей (на грунте или на веревках) из родов *Gracilaria*, *Capraephyucus*, *Eucheuma*. При этом способе культивирования нередко дно полностью освобождается от обитающих там растений – водорослей и морских трав (Critchley, 1993; Trono, 1993). Выращивание водорослей на веревках или сетках, поднятых над дном, также не спасает естественные бентосные сообщества от частичной или полной деградации. В данном случае на естественные сообщества негативно влияет изменение

некоторых факторов среды, связанное с массовым культивированием водорослей. Это снижение освещенности, ослабление движения воды, повышение седиментации, снижение концентрации питательных веществ, а также частые стрессы, вызванные деятельностью человека или работающей техникой.

Исследования, проведенные на о-ве Занзибар (Танзания), показали, что при культивировании морских водорослей над естественными зарослями морских трав (*Enhalus acoroides* и *Thalassia hemprichii*) в течение 11 нед продукция этих трав снизилась на 40% по сравнению с контролем (близлежащие районы без хозяйств марикультуры) (Ekloef et al., 2006). По нашим наблюдениям, проведенным в лагунах на юге Дальнего Востока России, выращивание грацилярии над зарослями морской травы *Zostera japonica* в течение 4 мес, тормозило рост морской травы и уменьшало численность амфипод в ее зарослях (Титлянов и др., 1995; Skriptsova et al., 2001).

Негативное влияние на природные сообщества оказывает также культивирование над грунтом бурых водорослей *Laminaria* и *Undaria*: при длительном культивировании в умеренных водах слоевища водорослей и конструкции, на которых их выращивают, обрастают двустворчатыми моллюсками (мидиями) и другими животными (Retamales, Buschmann, 1996). Под тяжестью этих обрастаний слоевища обрываются и оседают на дно, а свободноживущие животные легко смываются волнами с плантаций во время сильных штормов, попадают на грунт и разлагаются, загрязняя среду. Таким образом, при длительном выращивании водорослей в массовом количестве в одном районе данные сообщества, как правило, полностью уничтожаются, а дно превращается в «пустыню».

Существуют ли способы решения этой проблемы? На наш взгляд, такие способы существуют, и они достаточно просты: выращивание водорослей на одном и том же месте не чаще чем 1 раз в течение двух лет; использование «шахматного» метода культивирования (Титлянов и др., 1995; Skriptsova et al., 2001), когда производственные участки чередуются с рекреационными (рис. 51); выращивание водорослей только в те сезоны, когда влияние марикультуры на естественные бентосные сообщества минимально; культивирование водорослей в открытом море; выращивание водорослей в экстенсивной марикультуре, построенной на эффективной эксплуатации естественных зарослей.

В марикультуре используются не только местные виды водорослей, но и виды, интродуцированные из других морей, а также гибридные формы. При определенных условиях интродуцированные виды водорослей, их эпифиты, а также животные и бактерии, перенесенные вместе с



Рис. 51. Культивирование грацилярии на сетках в лагуне Хасанского района (Приморье, Россия)



Рис. 52. Побережье Желтого моря (г. Далянь, Китай), загрязненное выбросами *S. japonica* с близлежащих плантаций, октябрь 2008 г.

водорослями, могут внедряться в естественные сообщества, изменяя их в большей или меньшей степени. Примерами такой интродукции могут служить внедрение зеленой водоросли *Caulerpa taxifolia* в донные сообщества Средиземного моря или зарастание скального грунта открытых мест Желтого моря в Китае *Saccharina japonica*, попавшей сюда с марикультурных плантаций (рис. 52).

4.2.2. ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ МАРИКУЛЬТУРЕ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ

К настоящему времени не создано метода высокоэффективной интегрированной марикультуры, полностью решающего такую проблему, как загрязнение окружающей среды. Все опробованные методы в той или иной степени снижают уровень загрязнения, однако не повышают эффективности и рентабельности производства (Troell et al., 2008). Одной из причин медленного внедрения в производство интегрированной марикультуры являются трудноразрешимые проблемы биологической фильтрации, и здесь пока еще много нерешенных вопросов (Troell et al., 2003). Какими должны быть биологические, физиологические и биохимические особенности водорослей при культивировании в различных системах: открытых, закрытых, с травоядными животными и без них? Каковы основные принципы и детали работы биологического фильтра, созда-

ющегося на основе использования водорослей-макрофитов? Какое влияние оказывают местные факторы среды (климат, грунт, течения, штормы, естественные биоценозы и др.) на интегрированное культивирование водорослей с целью биофильтрации и производства биомассы? Как влияют промышленные системы интегрированной марикультуры на местные водные и наземные биоценозы? Каковы технические возможности, цена, экологическая безопасность и социальное значение создаваемых систем промышленной биофильтрации отходов, получаемых при массовом культивировании рыб, моллюсков и ракообразных?

В последние годы наблюдается определенный прогресс в решении некоторых из поставленных вопросов. Экспериментально показано, что при интегрированной макультуре, построенной даже на двух объектах культивирования (животных, загрязняющих среду твердыми и жидкими отходами, и растений, использующих эти отходы в пищу), уменьшается загрязнение среды и увеличивается эффективность производства (Troell et al., 2003). При введении в культуру третьего объекта (травоядных животных) значительно повышается экономическая эффективность производства за счет поедания водорослей этими животными. Показано, что наилучшими биофильтраторами, извлекающими из воды растворенные отходы, содержащие соединения азота и фосфора, являются макроводоросли, а среди них – виды родов *Gracilaria* и *Ulva* (Troell et al., 2003).

Хотелось бы надеяться, что интегрированная марикультура с включением в процесс макроводорослей в скором будущем станет основным способом выращивания как морских животных, так и растений.



А.А. Калугина-Гутник и Ле Нгуен Хиеу с докладом о саргассах Вьетнама на борту НИС "Академик Несмеянов", 1986 г.

ГЛАВА 5

МАССОВЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА МОРСКИЕ МАКРОФИТЫ СТРАН АТР (ПУТЕВОДИТЕЛЬ)

Начиная с 1978 г. и по сей день авторы книги собирают, определяют и описывают морские растения Тихого и Индийского океанов. Материал для путеводителя по водорослям стран АТР был собран в России, Вьетнаме, Японии, Китае и Корее (в Японском, Восточно-Китайском, Южно-Китайском и Желтом морях). Определение и описание полезных и используемых видов водорослей проводилось на свежем материале, в работе была использована литература: Зинова (1955, 1967), Виноградова (1979), Перестенко (1980, 1994), Клочкова (1995), Yendo (1920), Yamada (1934, 1935, 1938), Tseng (1936, 1938), Tseng, (1983), Börgesen (1940, 1948), Levring (1941), Taylor (1950, 1960, 1966), Egerod (1952), Dawson (1954, 1956, 1957, 1961), Chiang (1960), Durairatnam (1961), Trono (1968), Pham (1969), Womersley, Bailey (1970), Abbott, Hollenberg (1976), Jaasund (1976), Reyes (1976), Tseng, Dong (1978), Nielsen (1979, 1983), Lee, Lee (1981), Womersley (1984), Dong, Tseng (1985), Lewis, Norris (1987), Burrows (1991), Wynne, 1993, Lewmanomort (1997), Huang (1999), Littler, Littler (2000, 2003), Leliaert, Coppejans (2003), Skelton (2003), Abbott, Huisman (2004), Leliaert (2004), Xia (2004), Skelton, South (2004), Brodie et al. (2007), Dawes, Mathieson (2008), Skriptsova, Choi (2009).



С Луизой Перестенко, 2005 г.

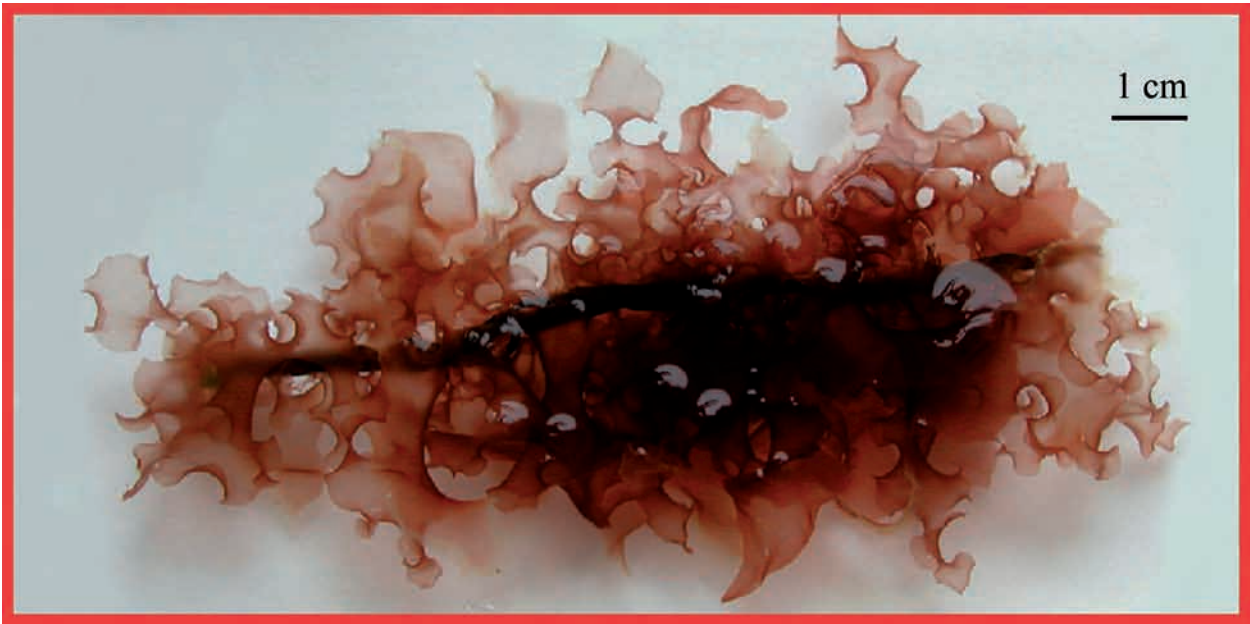


С Марком Литтлером, 1990 г.

5.1. RHODOPHYTA

ORDER BANGIALES
FAMILY BANGIACEAE

<i>Porphyra inaequicrassa</i> Peresteo	Порфира неравномерно-толстая
--	------------------------------



<p>Plants growing on <i>Chorda filum</i>. Peter the Great Bay, Sea of Japan (Photo O.S. Belous).</p>	<p>Растения на <i>Chorda filum</i>. Зал. Петра Великого, Японское море (Фото О.С. Белоус).</p>
<p>Thallus blade-like, growing in dense groups, reddish-purple, elongate-oval, widely-lanceolate, (8) –9–35 cm long, 2.5–7 cm wide, monostromatic, (17) –21–38 (–85) mm thick; sessile, with small disc-like attachment; cordate or rosette-like at base; margins undulate, lobed, entire or sometimes cleft. Cells from surface disordered, roundish, roundish-polygonal, rectangular, (15) –19–22.5× (15) –22.5–31 mm. In transverse section, cells palisade-like, of equal diameter or transversely elongate, 19.5–33×15–56 mm. Cell walls thick, to 12 mm thick, becoming thinner to the margins. Plant dioecious. Spermatangia and gametangia develop along the margins thickening to 70 mm. Growing on sandy-gravel bottom, in shallow bays and epiphytic on <i>Chorda filum</i>, intertidal to upper subtidal (3–5 m deep).</p> <p><i>Note.</i> This species is potential as human food.</p> <p><i>Distribution.</i> Low boreal, Pacific species. Okhotsk Sea, Sea of Japan.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, растущее в плотных группах, красновато-пурпурного цвета, удлинено-овальное, (8) –9–35 см дл., 2.5–7 см шир., одно-слойное, (17) –21–38 (–85) мкм толщ., сидячее, с сердцевидным или в виде розетки основанием и маленькой дисковидной подошвой. Края волнистые, лопастные, цельные или иногда рассеченные. Клетки с поверхности расположены без порядка, округлые, округло-полигональные, прямоугольные, (15) –19–22.5× (15) –22.5–31 мкм. На поперечном срезе клетки от палисадообразных до поперечно продолговатых, 19.5–33×15–56 мкм. Клеточные оболочки толстые, до 12 мкм толщ., утончающиеся к краям. Растения двудомные. Сперматангии и гаметангии развиваются по краю пластины. Растет на песчано-гравийном грунте, в мелководных бухтах и эпифитно (на <i>Chorda filum</i>), на литорали и в верхней сублиторали (3–5 м глуб.).</p> <p><i>Распространение.</i> Тихоокеанский вид. Охотское, Японское моря.</p>

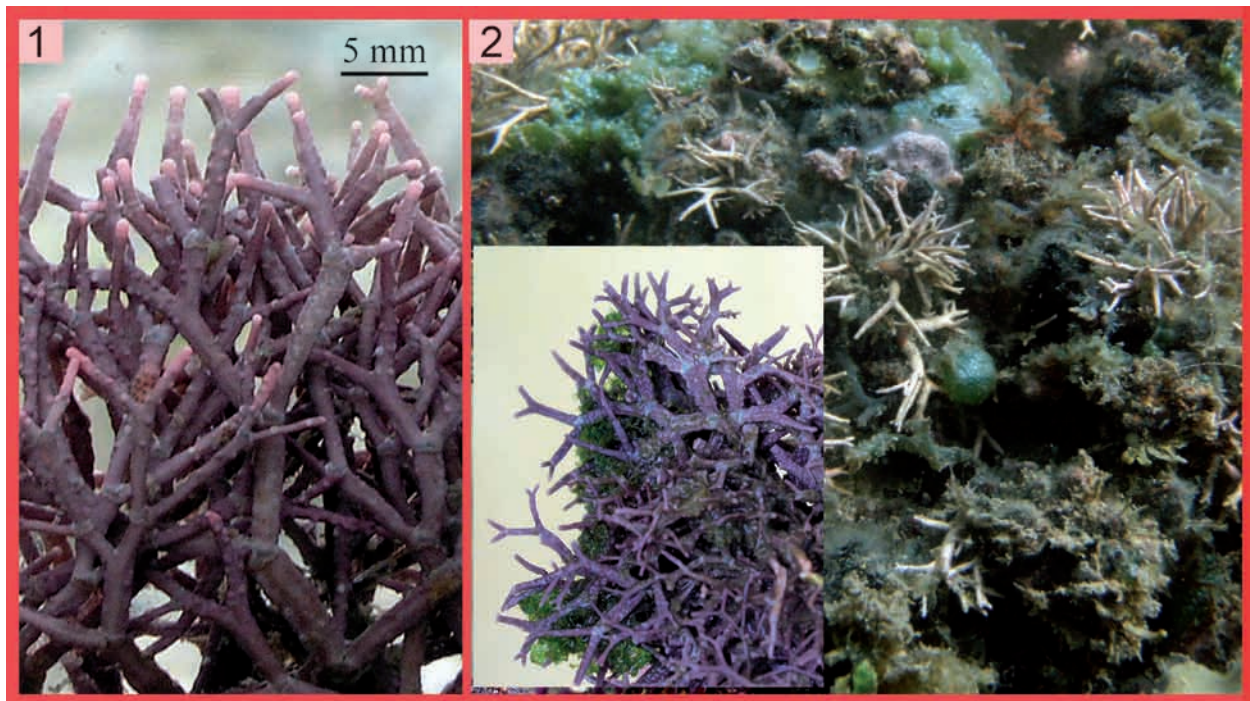
<i>Porphyra suborbiculata</i> Kjellman	Порфира округловатая
--	----------------------



<p>Middle intertidal (Nhatrang Bay, South China Sea, Vietnam). Photographed by Pham Van Hyuen.</p>	<p>В средней литоральной зоне зал. Нячанг Южно-Китайского моря (Вьетнам). Фото Фам Ван Хуэна.</p>
<p>Thallus membranous, orbicular, 2–3- (6) cm high, to 10 cm broad, sessile, commonly aggregate, often overlapping each other, with smooth or slightly undulate margins, purple-red to dark brownish-red, often with lighter marginal stripe, cordate or sometimes cuneate at base with small discoid attachment, Blade monostromatic, thin, (40) –50–70 μm. Margins inrolled, edges dentate. In transverse section, cells 28–30 μm high and 15–25 μm broad, with single, stellate chloroplast. Monoecious, spermatangial and carposporangial patches develop along margins. Growing during autumn-winter season on the uppermost (splash zone) to middle intertidal rocks, exposed to strong wave action.</p> <p><i>Note.</i> The alga is widely used for food by local population.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide in tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Vietnam and China.</p>	<p>Слоевище пленчатое, округловатое, 2–3- (6) см выс., до 10 см шир., сидячее, скученное, часто с налегающими друг на друга пластинами с гладкими или слегка волнистыми краями, от пурпурно-красного до темного буровато-красного цвета, часто с более светлыми краями, с сердцевидным или иногда клиновидным основанием и маленькой дисковидной подошвой. Пластина однослойная, тонкая, (40) –50–70 мкм. Края завернутые внутрь, зубчатые. На поперечном срезе: клетки 28–30 мкм выс. и 15–25 мкм шир., с одним звездчатым хлоропластом. Растения однодомные, сперматангиальные или карпоспорангиальные пятна развиваются вдоль края слоевищ. Растут в осенне-зимний период, в верхней (зона заплеска) и средней литорали, в местах с сильным волновым воздействием.</p> <p><i>Примечание.</i> Широко используется в пищу местным населением.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические широты Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Вьетнаме и Китае.</p>

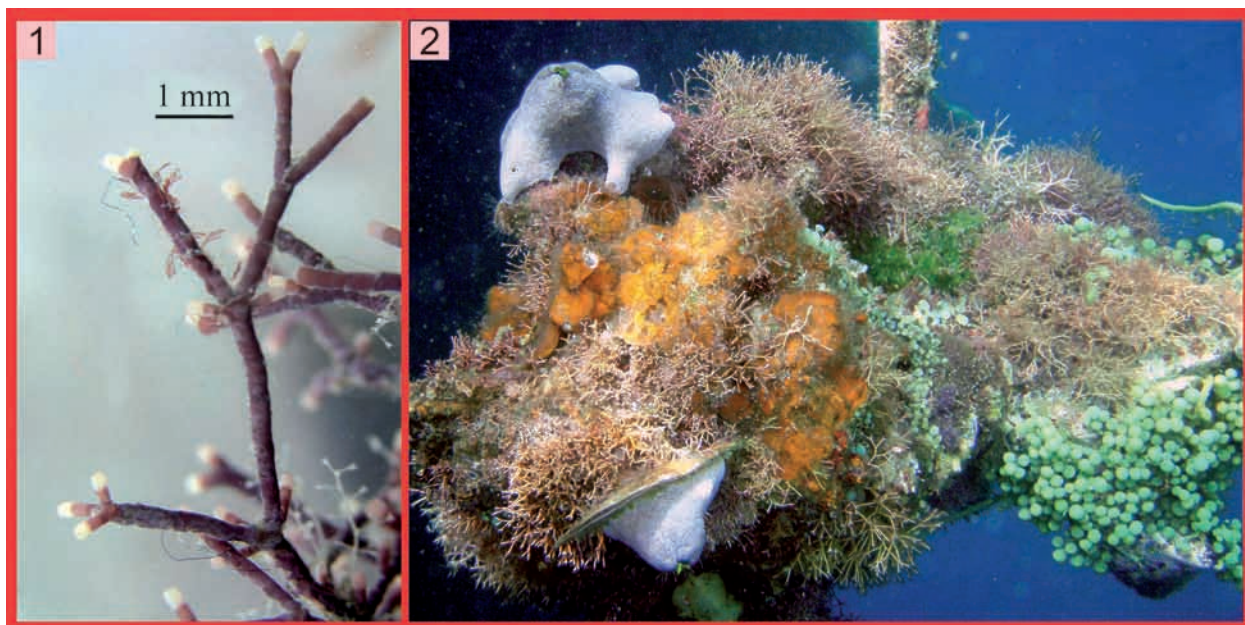
ORDER CORALLINALES
FAMILY CORALLINACEAE

<i>Amphiroa foliacea</i> J.V. Lamouroux	<i>Амфириа листоватая</i>
---	---------------------------



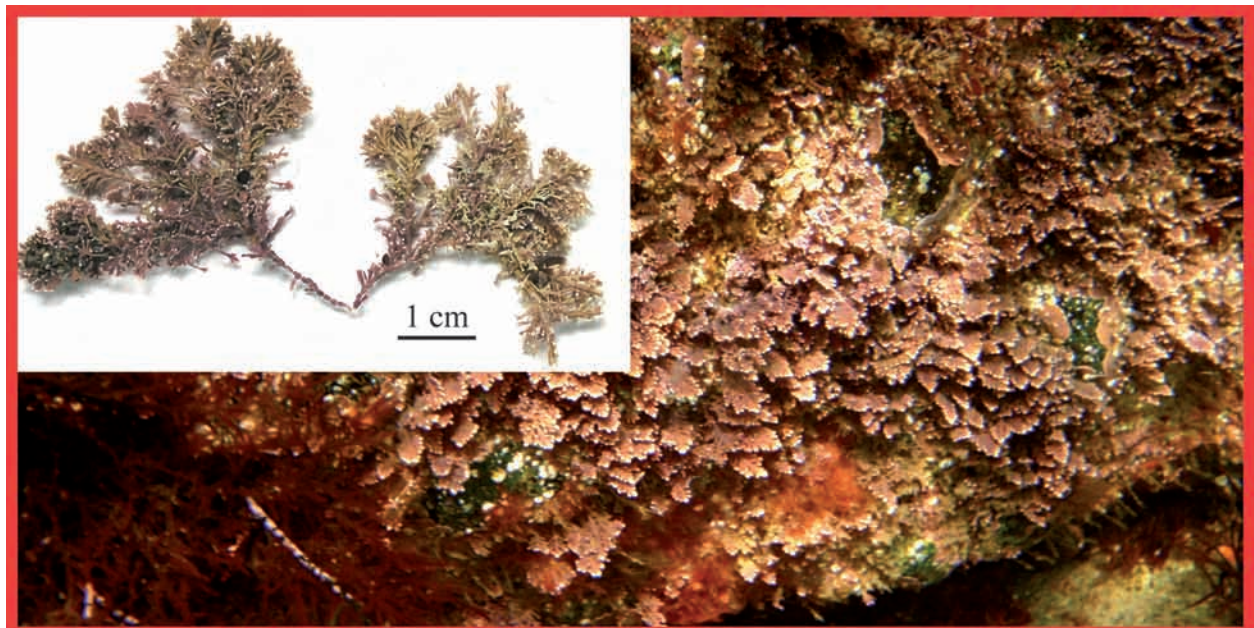
<p>1. Fragment. 2. Upper subtidal, Nhatrang Bay (Vietnam). Insert: Fragment of dense clump.</p>	<p>1. Фрагмент. 2. Верхняя сублитораль, зал. Нячанг (Вьетнам). Вставка: фрагмент плотно сросшихся ветвей.</p>
<p>Thalli articulated, rigid, heavily calcified, decumbent or erect in dense, intricate clumps, 1–3 (–6) cm high, grayish, rose-purple, whitish color. Branching di-trichotomously, irregularly dichotomously, frequently with adventitious branches in one plane. Branches consist segments with tapering whitish-rose tips. Segments subcylindrical to flat with a distinct mid-rib, broadly winged to 2 (–3) mm in width. Joints short, flexible, non-calcified. Tetrasporangial conceptacles lateral, scattered over surfaces of segments, 250–300 (–450) mkm diam., semi-immersed. Tetrasporangia zonately divided. Cystocarpic conceptacles 300–350 mkm diam. Growing on rocks, stones, dead coral colonies, intertidal to subtidal in protected to moderate wave exposed sites.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide in tropics and subtropics of Indian and Pacific oceans. Common in Vietnam, Japan, China, Thailand, Singapore.</p>	<p>Слоевище членистое, жесткое, сильно кальцинированное, стелющееся или прямо-стоячее в плотных перепутанных пучках, 1–3 (–6) см дл., сероватого, розово-пурпурного, беловатого цвета. Ветвление ди-, трихотомическое, неправильно дихотомическое, часто с побочными ветвями, в одной плоскости. Ветви состоят из сегментов с сужающимися беловато-розовыми верхушками. Сегменты от слегка цилиндрических до уплощенных, 2 (–3) мм шир., с отчетливым ребром. Сочленения гибкие, необызвествленные. Тетраспорангиальные концептакулы полупогруженные, 250–300 (–450) мкм в диам. Тетраспорангии зонально разделенные. Концептакулы с цистокарпами 300–350 мкм в диам. Растут на твердых субстратах (скалы, камни, колонии мертвых кораллов) в литорали и сублиторали, в местах с умеренной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические широты Тихого и Индийского океанов. Обычна во Вьетнаме, Японии, Китае, Таиланде, Сингапуре.</p>

<i>Amphiroa fragilissima</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux	Амфи́роа хрупкая
--	-------------------------

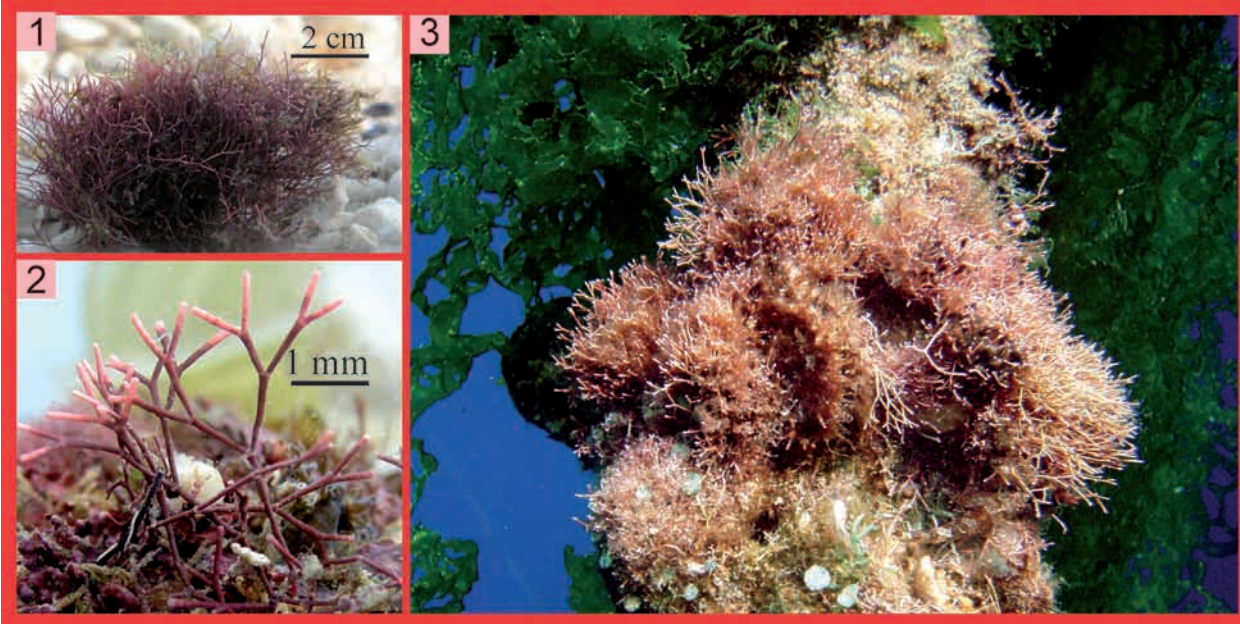


<p>1. Branching pattern. 2. Upper subtidal, on metal constructions of lobster farm in Nhatrang Bay (Mot Island, Vietnam).</p>	<p>1. Особенности ветвления. 2. Верхняя сублитораль, на металлических конструкциях омаровой фермы в зал. Нячанг (о-в Мот, Вьетнам).</p>
<p>Thalli fragile, calcareous, rose-purple, grayish-red or whitish, forming cushion-like tufts to 10–20 cm diam. or dense mats 2–5 cm high. Branching irregular, widely dichotomous, and sometimes trichotomous, with occasional adventitious branches. Successive dichotomies frequently at different planes. Branches consist of heavily calcified segments with rose or white slightly swollen (obtuse to truncate) tips. Segments cylindrical, 350–600 μm diam. at base and to 280 μm above, 8–20 diameters long, commonly swollen at joints. Joints short, flexible, uncalcified. Holdfast discoid, crust-like, inconspicuous. Conceptacles numerous, scattered over surfaces of older segments, 300–340 (–450) μm diam., hemispherical with solitary, terminal pore. Tetrasporangia ellipsoidal, 20–25 (–35) μm diam., 40–50 (–75) μm long, zonately divided.</p> <p>In sheltered and exposed localities of the mid-intertidal and subtidal zones.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> In tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Singapore.</p>	<p>Слоевище хрупкое, обызвествленное, розово-пурпурного или серовато-красного цвета, образует пучки до 10–20 см в диам. или плотные маты 2–5 см выс. Ветвление неправильное, широко дихотомическое, иногда трихотомическое, часто с последующими дихотомиями в разных плоскостях. Ветви состоят из сильно кальцинированных сегментов с розовыми или белыми, слегка раздутыми (тупыми или усеченными) верхушками. Сегменты цилиндрические, обычно раздутые на сочленениях, 350–600 мкм в диам. у основания и до 280 мкм выше. Сочленения короткие, гибкие, некальцинированные. Растения прикрепляются к субстрату корковидным диском. Концептакулы многочисленные (на поверхности старых сегментов), 300–340 (–450) мкм в диам., полусферические, с одиночной апикальной порой. Тетраспорангии эллипсоидальные, 20–25 (–35) мкм в диам., 40–50 (–75) мкм дл., зонально разделенные. Растут в средней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Сингапуре.</p>

<i>Corallina pilulifera</i> Postels et Ruprecht	Кораллина шариконосная
--	-------------------------------



Low intertidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Insert: Habit.	В нижней литорали (зал. Петра Великого, Японское море, Россия). Вставка: внешний вид.
<p>Plant bushy, articulate, heavily calcified, develops from spacious multilayer crusts. Pinnately branched axes (mainly in one plane), 2–5 (–10) cm high, chalky, grayish-violet, pinkish-violet, bleaching to white color. Branching bi- tripinnate, opposite, alternate or sometimes verticillate. Branchlets of the last order pinnate. Segments almost cylindrical or slightly compressed in lower portions, compressed, clinoid or trapezium-like in the middle portion and flattened in the upper portion. In pinnate branchlets, segments closely joined to each other. Terminal segments cylindrical, often ending into swollen whitish tips. Conceptacles immersed in the upper segments, sessile, without horns (antenna), except in the spermatangial conceptacles.</p> <p>Growing mainly on rocky substratum, in tidal pools, in the intertidal and upper subtidal zones, exposed to moderate and strong wave action. In moderate latitudes, the alga forms band on intertidal to subtidal rocks.</p> <p><i>Distribution.</i> From Arctic to Antarctic.</p>	<p>Растение кустистое, членистое, обызвествленное, развивается из обширной многослойной корки. Главные ветви перисто разветвлены (в основном в одной плоскости), 2–5 (–10) см выс., меловатые, серо-фиолетового или розовато-фиолетового цвета, выцветающие до мраморно-белого. Ветвление двояко-триждыперистое, супротивное, очередное или иногда мутовчатое. Веточки последнего порядка перистые. Сегменты цилиндрические или слегка сдавленные в нижней части, клиновидные или трапециевидные в средней части и уплощенные в верхней. В перистых веточках сегменты плотно смыкаются друг с другом. Терминальные сегменты цилиндрические, часто с раздутой беловатой верхушкой. Концептакулы погруженные в конечных сегментах, сидячие, без антенн, за исключением сперматангальных концептакулов. Растет в основном на скалах, в литоральных лужах, в литорали и в верхней сублиторали, в местах, подверженных умеренному и сильному волновому воздействию, в умеренных широтах образует пояс на скалах в нижней литорали и в верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до Антарктики.</p>

<i>Jania adhaerens</i> J.V. Lamouroux	Яния прироста
	
<p>1. Habit. 2. Fragment showing branching pattern. 3. Rope overgrowing with <i>Jania adhaerens</i> at lobster farm (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Фрагмент, показывающий особенности ветвления. 3. Ветвь, обросшая янией на ферме по выращиванию омаров (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus erect, bushy, forming dense tufts or cushions, (0.5) –1–3.5 cm high, grayish-violet or pinkish-violet. Branching widely dichotomous, often in one plane. Branches cylindrical, 120–150 (–180) mm diam., gradually tapering to obtuse apices. Segments heavily calcified, 2–5 (–8) diameters long. Joints flexible, non-calcified, at regular intervals between segments. Carposporangial conceptacles obovoid, 200–300 µm in diam., 250–450 µm long. Tetrasporangial conceptacles urn-shaped, 240–300 (–500) µm in diam., 300–340 (–500) µm long, develop in the upper dichotomies of thallus. Tetrasporangia oval, 60–80×80–100 µm, zonately divided. The conceptacles with a single central pore. Attachment by crustose-like holdfast and secondary lateral holdfasts along decumbent axes. Growing in the middle intertidal to upper subtidal zones on rocks and epiphytic.</p> <p><i>Distribution.</i> In the tropical and subtropical zones of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, кустистое, формирующее плотные пучки или подушковидные образования, (0.5) –1–3.5 см выс., серовато-фиолетового или розовато-фиолетового цвета. Ветвление широко дихотомическое, часто в одной плоскости. Ветви цилиндрические, 120–150 (–180) мм в диам., постепенно сужающиеся к тупым верхушкам. Сегменты кальцинированные, 2–5 (–8) диаметров длины. Сочленения гибкие, некальцинированные, с регулярными интервалами между сегментами. Карпоспорангиальные концептакулы обратяцеливидные, 200–300 мкм в диам., 250–450 мкм дл., с одной центральной порой, развиваются в верхних разветвлениях таллома. Тетраспорангии овальные, 60–80×80–100 мкм, зонально разделенные. Прикрепляется корковидной подошвой и вспомогательными органами прикрепления, развивающимися вдоль стелющихся побегов. Растет в средней литорали и верхней сублиторали на мертвых кораллах, камнях и эпифитно.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропическая и субтропическая зоны Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

ORDER GELIDIALES
FAMILY GELIDIACEAE

<i>Gelidium amansii</i> Lamouroux	<i>Гелидиум Аманса</i>
-----------------------------------	------------------------



Fragment of sporophytic plant showing branching pattern (in aquarium). The plant taken from cast ashore (Yellow Sea, Qingdao City, China).	Фрагмент спорофитного растения, показывающий особенности ветвления (в аквариуме). Взято из выбросов (Желтое море, г. Циндао, Китай).
<p>Thallus bushy, cartilaginous, solitary or gregarious, caespitose, erect, (5) –10–20 (–30) cm high, dark purple-red. Branching pinnate (to four-five orders), alternate or opposite. Broad main axes and branches flattened to flat, to 2 mm wide, often tapering in upper portion. Narrow branches terete. Determinate branchlets subulate, simple or branched. Tetrasporangial sori develop on elongate-ovate or oblong-spatulate branchlets, Tetrasporangia rounded to ovate, cruciate, 20–33×26–40 (–55) mm. Cystocarps borne on small determinate branchlets, 0.5–0.6 (–1.0) mm diam. Attachment by rhizomatous holdfast, bearing many erect axes. Growing on rocky (in sites exposed to strong wave), muddy and muddy-sandy bottom with stones, at low intertidal to subtidal (10 m deep).</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate and subtropical latitudes of Pacific and Indian Oceans.</p>	<p>Слоевище кустистое, хрящеватое, одиночное или скученное, прямостоячее, (5) –10–20 (–30) см выс., темного пурпурно-красного цвета. Ветвление перистое (до 4–5 порядков), поочередное или супротивное. Главные оси и ветви вальковатые, уплощенные или плоские, до 2 мм шир., часто суживающиеся в верхней части. Веточки ограниченного роста шиловидные, простые или разветвленные. Тетраспорангиальные сорусы развиваются на удлинено-овальных или продолговатолопатовидных веточках. Тетраспорангии округлые до овальных, крестообразные, 20–33×26–40 (–55) мкм. Цистокарпы развиваются на маленьких веточках ограниченного роста, 0.5–0.6 (–1.0) мм в диам. Растения прикрепляются корневищной подошвой, несущей много вертикальных побегов. Растут на скалистом, илистом и илисто-песчаном грунтах в нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В умеренных и субтропических широтах Тихого и Индийского океанов.</p>

<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	Гелидиум крохотный
	
Low intertidal at fringing coral reef of Sesoko Island (Okinawa, Japan).	Средняя литоральная зона на краевом коралловом рифе о-ва Сесоко (Окинава, Япония).
<p>Thallus caespitose, wiry, cartilaginous, solitary or gregarious forming dense tufts or turfs, 0.5–1.5 (–2.0) cm high, yellowish-green to dark purple-red. Creeping rhizome-like axes terete, 90–150 (–250) mm in diam., give rise to erect ovate-lanceolate, flat strap-shaped blades on short cylindrical stipe. Blades (550) –0.75–2 mm wide, 110–170 mm thick, tapering to blunt apices. Branching irregular, opposite or alternate. Tetrasporangia develop in swollen apical branchlets, spherical to oval, (22) –25–40 mm diam., cruciately, irregularly cruciately or sometimes tetrahedrally divided, scattered in subsurface cell layer. Firmly attached by dense tufts of unicellular rhizoids descending from ventral side of the creeping axes). Growing on dead corals, shells and rocks at low intertidal to subtidal, in sites exposed to strong wave.</p> <p><i>Distribution.</i> Widely distributed in tropical, subtropical and temperate waters of Pacific, Indian and Atlantic oceans. Common in Asian-Pacific countries: China, Japan, Vietnam, Indonesia.</p>	<p>Слоевище жесткое, хрящеватое, одиночное или скученное, формирующее плотные дернины, 0.5–1.5 (–2.0) см выс., от желтовато-зеленого до пурпурно-красного цвета. Стелющиеся корнеподобные побеги почти цилиндрические, 90–150 (–250) мкм в диам., несут вертикальные овально-ланцетовидные, плоские, лентовидные пластинки на короткой цилиндрической ножке. Пластинки (550) –0.75–2 мм шир., 110–170 мкм толщ., сужающиеся к тупым верхушкам. Ветвление неправильное, супротивное или очередное. Тетраспорангии развиваются в раздутых апикальных веточках (от сферических до овальных), (22) –25–40 мкм в диам., крестообразно, неправильно крестообразно или тетраэдрически разделенные, разбросаны в подкорковом слое клеток. Слоевище плотно прикрепляется к субстрату пучками одноклеточных ризоидов. Растет на мертвых кораллах, раковинах и камнях на литорали и в верхней сублиторали, в местах с сильной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических, субтропических и умеренных широтах Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Обычен в странах АТР: Китае, Японии, Вьетнаме, Индонезии.</p>

<i>Pterocladia caerulescens</i> (Kützting) Santelices & Hommersand	<i>Птерокладиелла синеватая</i>
--	--



<p>1. Habit. 2. Photo in aquarium. Plants taken from the low intertidal dead corals, Hainan Island (China).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Фото в аквариуме. Растения взяты с мертвых кораллов в нижней литорали о-ва Хайнань (Китай).</p>
<p>Thallus erect, caespitose, wiry, cartilaginous, gregarious forming dense tangled tufts or turfs, 1.5–2.7 (–3.5) cm high, dark grayish-green to dark purple-red. Creeping axes terete, (150–) 280–300 (–350) mm in diam., give rise to erect, flattened lanceolate blades on short cylindrical stipe, (180) –350 mm diam. Blades 140–180 mm thick, 1.5 (–1.8) mm wide, tapering to blunt apices. Branching irregular, opposite or alternate to pinnate in one plane. Tetrasporangial sori develop in mid portions of the blades, spherical to ellipsoidal, to 35 mm diam., cruciate, embedded in the cortical layer. Tight attachment by peg-like rhizoids descending from creeping axes. Growing on dead coral fragments, intertidal to upper subtidal, in sites exposed to strong wave.</p> <p><i>Note.</i> A source of agar.</p> <p><i>Distribution.</i> Distributed in tropical and, subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific oceans. Common in Asian-Pacific countries: China, Japan, Korea.</p>	<p>Слоевище вертикальное, дернистое, жесткое, хрящеватое, скученное, формирующее плотные запутанные пучки или дернины, 1.5–2.7 (–3.5) см выс., от темного серовато-зеленого до темного пурпурно-красного цвета. Стелющиеся побеги почти цилиндрические, (150–) 280–300 (–350) мкм в диам., несут вертикальные плоские ланцетовидные пластинки на короткой цилиндрической ножке (180) –350 мкм в диам. Пластинки 140–180 мкм толщ., 1.5 (–1.8) мм шир., суживающиеся к тупым верхушкам. Ветвление неправильное, супротивное или очередное до перистого, в одной плоскости. Тетраспорангии в сорусах (в средней части пластинок), от сферических до эллипсоидных, до 35 мкм в диам., крестообразные, погруженные в коровом слое клеток. Слоевище плотно прикрепляется к субстрату колышко-видными ризоидами стелющихся побегов. Растут на фрагментах мертвых кораллов, в нижней литорали и верхней сублиторали, в местах с сильной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Обычна в странах АТР: Китае, Японии, Корее.</p>

ORDER GELIDIALES
FAMILY GELIDIALLACEAE

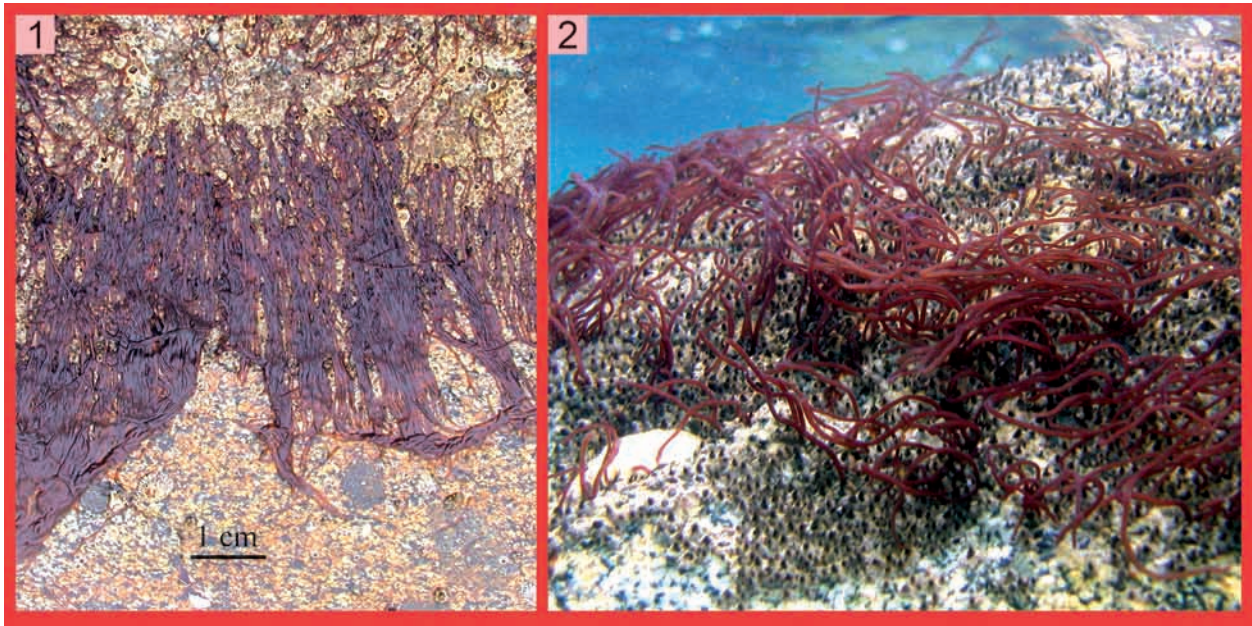
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskål) Feldmann & G. Hamel	<i>Гелидиелла игольчатая</i>
---	------------------------------



<p>Habit. Intertidal pool (Cape Ba Lang An, Vietnam).</p>	<p>Внешний вид. В литоральной ванне (мыс Банг Ан, Вьетнам).</p>
<p>Thallus caespitose, very rigid, cartilaginous, forming loose mats, 3–7 (–15) cm high, olive-yellow, yellowish-brown to greenish-brown (intertidal), reddish to purple (upper subtidal); basal, creeping axes (600–700 mm in diam.) give rise to erect or arcuate branches, cylindric (to 900 mm in diam.) or slightly compressed. Branching irregular, opposite or alternate. Branchlets acuminate, straight or upcurved, 1–6 mm long, decreasing in length and tapering towards the apex. Tetrasporangial branchlets club-shaped terminal. Terasporangia cruciately divided, oval to ellipsoidal, 35–55× (15) –25 (–30) mm. Cystocarps develop in swollen apical branchlets. Attachment by dense tufts of unicellular rhizoids descending from ventral side of creeping axes. Growing on rocks of reef-flat and reef crest, at low intertidal to subtidal, in sites exposed to strong wave.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical (rarely in temperate) waters of Atlantic, Indian and Pacific oceans. Common in Asian-Pacific countries: China, Japan, Vietnam, Philippines.</p>	<p>Слоевидное дернистое, очень жесткое, хрящеватое, формирующее неплотные дернины 3–7 (–15) см выс., от оливково-желтого, желтовато-бурого, зеленовато-бурого, красноватого до пурпурного цвета. Базальные стелющиеся побеги (600–700 мм в диам.) несут цилиндрические (до 900 мм в диам.) или слегка сжатые вертикальные (или дуговидные) ветви. Ветвление неправильное, супротивное или очередное. Веточки остроконечные, прямые или загнутые кверху, 1–6 мм дл., сужающиеся к верхушкам. Терминальные тетраспорангиальные веточки булабовидные. Тетраспорангии крестообразно разделенные, овальные до эллипсоидальных, 35–55× (15) –25 (–30) мкм. Цистокарпы развиваются в раздутых апикальных веточках. Растет в нижней литорали и в верхней сублиторали, прикрепляясь к субстрату пучками одноклеточных ризоидов.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических, редко в умеренных водах Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Обычна в странах АТР: Китае, Японии, Вьетнаме, на Филиппинах.</p>


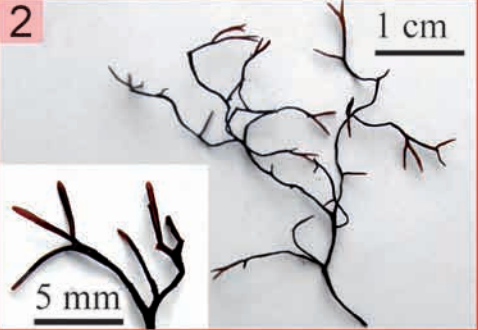

ORDER NEMALIALES
FAMILY LIAGORACEAE

<i>Nemalion vermiculare</i> Suringar	<i>Немалион червевидный</i>
--------------------------------------	-----------------------------

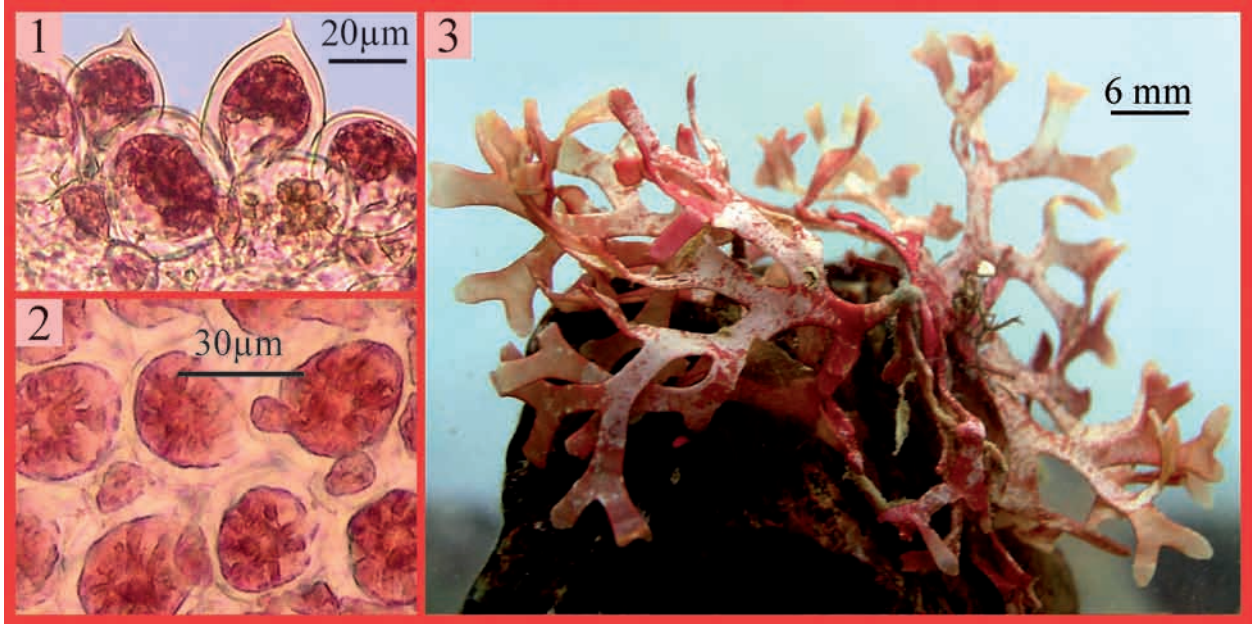


<p>In habitat: 1. During low tide. 2. During high tide (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Photo O.S. Belous.</p>	<p>В естественных условиях обитания: 1. Во время полного отлива. 2. Во время прилива (зал. Петра Великого, Японское море, Россия). Фото О.С. Белоус.</p>
<p>Thallus simple, worm-shaped, cylindrical or slightly compressed, lubricous, soft, 10–22 (–100) cm length, to 2 mm thick, dark wine-colored. Medulla multiaxial, composed of colorless filaments consisting of elongate cylindrical cells (5–6.5 μm diam.). Cortex composed of peripheral medullary cells consisting of radiating short pigmented branchlets immersed in mucilaginous layer. Sporangial plants microscopic of uniserial branched filaments bearing cruciate tetrasporangia. Gonimoblasts develop in cortex. Growing on intertidal rocks, often forming narrow belts at sites exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate and subtropical waters of Pacific Ocean. In the Asian-Pacific countries: common in Russia (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Kuriles, Sakhalin and Moneron Islands), Japan, Korea, China.</p>	<p>Слоевище простое, червеобразное, цилиндрическое или слегка сжатое, слизистое, мягкое, 10–22 (–100) см дл., до 2 мм толщ., от красного до темно-бордового цвета, мягкое на ощупь, скользкое, трудно отрываемое от субстрата. Сердцевина многоосевая из бесцветных нитей, состоящих из удлинённых цилиндрических клеток (5–6.5 мкм в диам.). Кора образована периферическими клетками сердцевины, состоящими из радиально расположенных коротких пигментированных веточек, погруженных в слизистый слой. Спорофитные растения микроскопические, состоящие из однорядных разветвлённых нитей, несущих крестообразные тетраспоры. Гонимобласты развиваются в коре. Растет на литоральных скалах, часто образуя узкий пояс в местах с умеренной и сильной волновой активностью. Используется в медицинских целях, а также в пищу.</p> <p><i>Распространение.</i> Тихоокеанский вид, обитает в умеренных и субтропических широтах. В странах АТР обычен в России (зал. Петра Великого, Японское море, Курилы, острова Сахалин и Монерон), в Японии, Корее, Китае.</p>

ORDER AHNFELTIALES
FAMILY AHNFELTIACEAE

<p><i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> (Kanno et Matsubara) Makienko</p>	<p><i>Анфельция тобучинская</i></p>
 	
<p>1. Habit (intertwined thalli). 2. Branching pattern. 3. Bed of <i>Ahnfeltia</i> in Peter the Great Bay (Sea of Japan, Russia). Insert: harvesting.</p> <p>Thallus unattached, tough, wiry, bushy, firmly cartilaginous, to 10 cm high, dark brownish-red to almost black, branching irregularly dichotomous, often unilateral. Branches and branchlets cylindrical, 0.3–0.45– (1.5) mm diam. Reproduction is vegetative (by thalli fragmentation). Thalli become brittle by the 5–7 years of their life and easily divide into fragments. The plants form beds (from 0.1 to 1.0 m thick) above silty and silt-sandy bottom at the depth of 2–30– (38) m. The bed can occupy tens of kilometers of the bottom square. The bed is torn during strong storm and may be carried out on the shore.</p> <p><i>Distribution.</i> The Sea of Japan (Far East of Russia, Peter the Great Bay), Kunashir Island, Sakhalin Island, Japan (Hokkaido Island).</p>	<p>1. Характерный пучок переплетенных слоевищ. 2. Образец ветвления. 3. Пласт анфельции в зал. Петра Великого (Японское море, Россия). Вставка: сбор анфельции грейфером.</p> <p>Слоевище неприкрепленное, жесткое, кустистое, плотнохрящеватое, до 10 см выс., темного буровато-красного до почти черного цвета. Ветвление неправильно дихотомическое, чаще одностороннее. Ветви и веточки цилиндрические, 0.3–0.45– (1.5) мм в диам. Размножение вегетативное (фрагментами талломов). Слоевища становятся хрупкими к 5–7 гг. их жизни и легко делятся на фрагменты. Растения формируют пласт (от 10 см до 1 м толщ.) над илистым и илисто-песчаным дном на глубине от 2 до 30– (38) м. Пласт водорослей может занимать несколько десятков квадратных километров поверхности дна. Во время сильных штормов пласт разрывается и может быть полностью выброшен на берег.</p> <p><i>Распространение.</i> Японское море, Россия (зал. Петра Великого,) о-в Кунашир, о-в Сахалин, Япония (о-в Хоккайдо).</p>

ORDER NEMALIALES
FAMILY GALAXAURACEAE

<p><i>Dichotomaria marginata</i> (J. Ellins & Solander) J.V. Lamouroux</p>	<p><i>Дихотомария окаймленная</i></p>
	
<p>1. Transverse section of surface cells of tetrasporangial thallus. 2. Cells from surface view. 3. Habit (in aquarium). The plant found at 2 m deep (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Поперечный срез: поверхностные клетки тетраспорангиального таллома. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Внешний вид растения (в аквариуме), найденного в сублиторали, на глубине 2 м (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus slightly calcified, bushy, solitary or gregarious forming clumps, 3.5–6 (–10) cm high, cream-red, with smooth surface. At the base the main axes terete, above becoming flattened. Branching dichotomous. Blades flat with margins slightly thickened, (1.5) –2–3.0 mm wide, 0.3–3.8 mm thick, (0.5–0.55 mm thick at margins) and with faint visible cross banding towards the apices. Surface cells of tetrasporangial thallus oval to spherical, 30–37 µm diam., thick-walled, sometimes with pointed apices. Growing in sheltered localities, in tide pools, on dead corals at depth 3 m.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and, subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Found in the Asian-Pacific countries: China, Korea, Japan, Vietnam, Philippines. Common in countries of South America and Africa.</p>	<p>Слоевище слегка кальцинированное, кустистое, образующее пучки 3.5–6 (–10) см выс., кремово-красного цвета, с гладкой поверхностью. Водоросль растет одиночно или в группах. Главные ветви в основании вальковатые, выше уплощенные. Ветвление дихотомическое. Плоские ветви 1.5–3 мм шир., 0.3–3.8 мм толщ. (0.5–0.55 мм толщ. по краям) с едва видимыми поперечными полосами у верхушек. Поверхностные клетки тетраспорангиального таллома овальные до сферических, 30–37 мкм в диам., толстостенные, иногда с заостренными верхушками. Растет на мертвых кораллах в литорали и в верхней сублиторали в защищенных от волн местах.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Найдена в странах АТР: Китае, Корее, Японии, Вьетнаме, на Филиппинах. Обычна в странах Южной Америки и Африки.</p>

<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Solander) Huisman & Borowitzka	<i>Триклеокарпа цилиндрическая</i>
---	---



Habit. Upper subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam).	Внешний вид. Верхняя сублитораль, зал. Нячанг (Вьетнам).
<p>Thalli stiff, bushy, pinkish-purple, dull red, forming tufts, (2) –6–15 cm high. Branching regular dichotomous. Branches consist of heavily calcified, firm segments. Segments cylindrical, smooth, of the same diameter throughout, 0.4–0.8 (–1.0) mm diam., (3.0) –5–10 mm long, constricted at dichotomies. Joints flexible, non-calcified. Apices truncate. Holdfast small, discoid, inconspicuous. Cystocarps spherical, 250–400 mm diam. Growing mostly on sandy bottom (on rocks, dead coral fragments), in shallow pools, in protected areas, intertidal to 15 m deep.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище жесткое, кустистое, от розовато-пурпурного до тусклого красного цвета, образующее пучки (2) –6–15 см выс. Ветвление правильное дихотомическое. Ветви состоят из сильно кальцинированных сегментов. Сегменты цилиндрические, с гладкой поверхностью, 0.4–0.8 (–1.0) мм в диам., (3.0) –5–10 мм дл., слегка сжаты у разветвлений. Сочленения гибкие, некальцинированные. Верхушки усеченные. Растения прикрепляются к грунту маленькой дисковидной подошвой. Цистокарпы сферические, 250–400 мкм в диам. Растет в основном на песчаном грунте с камнями, обломками мертвых кораллов, в защищенных мелководных лужах до 15 м глуб.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

Tricleocarpa fragilis

(Linnaeus) Huisman & R.A. Townsend

Триклеокарпа хрупкая



Habit. In the intertidal pool on coral reef of Sesoko Island (Okinawa, Japan) during low tide.

Thallus fragile, bushy, pinkish-purple, grayish-violet or whitish, forming tufts, 6–12 (–15) cm high. Branching regular dichotomous. Branches consist of slight calcified, smooth segments. Segments cylindrical, 1.0–2.0 (–2.5) mm diam., 5–6 (–11) mm long, slightly constricted at both ends, sometimes broader near apices, with faint annulations and with obvious depressions at truncate tips. Joints flexible, non-calcified. Holdfast small, discoid, inconspicuous. Growing in shallow protected areas on rocks, in crevices, dead coral fragments, to subtidal (30 m).

Distribution. In tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Korea, Japan, China (Taiwan), Vietnam, Indonesia.

Внешний вид. На коралловом рифе (о-в Сесоко, Окинава, Япония) во время отлива, в литоральной ванне.

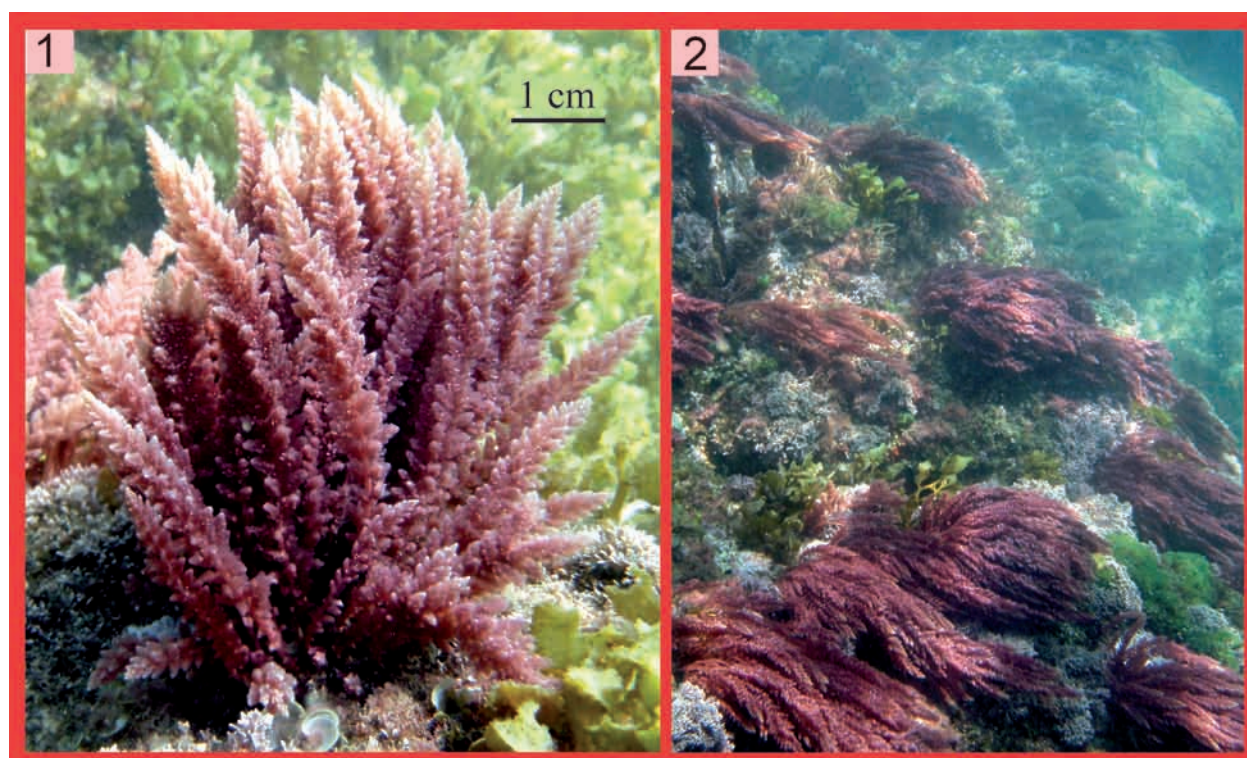
Слоевище хрупкое, кустистое, розовато-пурпурного, серовато-фиолетового или беловатого цвета, образующее пучки 6–12 (–15) см выс. Ветвление правильное дихотомическое. Ветви состоят из слегка кальцинированных сегментов с гладкой или с едва заметной кольчатой поверхностью. Сегменты цилиндрические 1.0–2.0 (–2.5) мм в диам., 5–6 (–11) мм дл., слегка сжаты на обоих концах, иногда расширяющиеся у верхушек. Сочленения гибкие, некальцинированные. Растения прикрепляются к грунту маленькой дисковидной подошвой. Растут в мелководных защищенных местах на камнях, в расщелинах, на обломках мертвых кораллов до 30 м глубины.

Распространение. В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: в Корее, Японии, Китае (Тайвань), Вьетнаме, Индонезии.

ORDER BONNEMAISONIALES
FAMILY BONNEMAISONIACEAE

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan

Аспарагонсис скрученновидный



1, 2. In habitat, subtidal, Cape Ba Lang An (Vietnam).

1, 2. В сублиторали мыса Ба Ланг Ан, Вьетнам.

Thalli mostly gregarious, caespitose, dark red, purplish red, or purple-violaceous, with creeping stolons (cylindrical, intricate and irregularly branched) giving rise to erect axes 6–20 cm high. Erect axes stout, sparingly divided, naked below or with the stubs of lateral branches and densely covered with numerous plumose branchlets on all sides above (pyramidal outline). Branchlets soft, delicate, repeatedly alternately divided. Apices extremely fine. Growing on hard substrate in low intertidal and upper subtidal, exposed to moderate and strong wave action.

Distribution. In tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Korea, Japan, China, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia.

Слоевидица в основном скученные, дернистые, темно-красного, пурпурно-красного или пурпурно-фиолетового цвета, со стелющимися столонами (цилиндрическими, перепутанными и беспорядочно разветвленными), несущими вертикальные оси 6–20 см выс. Вертикальные побеги плотные, скудно разветвленные, оголенные внизу и густо со всех сторон покрытые многочисленными “оперенными” веточками в верхней половине побега (пирамидальная форма). Веточки мягкие, изящные, расположены повторно-поочередно. Верхушки веточек тонкие. Растет на твердых субстратах в нижней литорали и в сублиторали в местах, подверженных умеренному и сильному волновому воздействию.

Распространение. В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычен в странах АТР: Корее, Японии, Вьетнаме, Индонезии, Китае, на Филиппинах, в Австралии.

ORDER GIGARTINALES
FAMILY SOLIERIACEAE

<i>Kappaphycus alvarezii</i> (Doty) Doty ex Silva in Silva	<i>Каппафикус альварезии</i>
---	------------------------------



<p>1. Habit. 2. Drying of commercially farmed <i>Kappaphycus alvarezii</i> under the sun. Insert: Thalli fragments fixed to the floating rope (Son Hai, Ninh Thuan Province, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Сушка коммерчески выращенного каппафикуса под солнцем. Вставка: выращивание каппафикуса, фрагменты талломов, прикрепленные к веревке (зал. Шон Хай, провинция Нинь Туан, Вьетнам).</p>
<p>Thallus large, coarse, creeping or erect, bushy, caespitose, wiry, fragile, to 2 m long, shiny olive-green to blackish-brown. Branching irregular, dense or sparse, alternate or secund, with ultimate spine-like branchlets. (branching pattern very variable, depending on environmental conditions). Branches cylindrical, thick, to 2 cm in diam., gradually tapering towards the apices. Apices sharply pointed. Loosely attached to hard substrate by fleshy, disc-like holdfast. Growing on sandy bottom with stones, dead coral fragments, in sheltered to moderately exposed areas, in intertidal to subtidal (20 m deep).</p> <p><i>Note.</i> The species is cultivated in Japan, China, Vietnam.</p> <p><i>Distribution.</i> In tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Indonesia, Philippines.</p>	<p>Слоевище крупное, грубое, стелющееся или прямостоячее, дернистое, жесткое, хрупкое, до 2 м дл., блестящего от оливково-зеленого до черноватобурого цвета. Ветвление обильное или скудное, очередное или одностороннее, неправильное, с конечными шиповатыми веточками (характер ветвления во многом зависит от условий обитания). Ветви цилиндрические, до 2 см в диам., постепенно суживающиеся к верхушкам. Верхушки острые. Слоевища неплотно прикрепляются к твердым субстратам мясистой дисковидной подошвой. Растут на песчаном грунте с камнями, обломками мертвых кораллов, на литорали и в верхней сублиторали (до 20 м глубины), в защищенных и с умеренным волнением побережьях.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Индийского и Тихого океанов. Обычен в Индонезии, на Филиппинах, культивируют в Японии, Китае, Вьетнаме.</p>

ORDER GIGARTINALES
FAMILY GIGARTINACEAE

<i>Chondrus ocellatus</i> Holmes	<i>Хондрус глазчатый</i>
----------------------------------	--------------------------



<p>1. Habit. 2. The upper portion of branches with cystocarps. 3. Cast ashore (Dalian City, Yellow Sea, China).</p>	<p>1. Внешний вид растения. 2. Верхняя часть ветвей с цистокарпами. 3. Выбросы (г. Далянь, Желтое море, Китай).</p>
<p>Thallus cartilaginous, bushy, in tufts, 5–10 (–20) cm high, dark purplish-red with lighter-colored (reddish-brown) apices, bleaching to greenish-yellow. Branching repeatedly (2–7 times) dichotomous or subdichotomous with narrow to wide axils. Short terete stipes give rise to erect blades. The blades compressed at the base and flattened above, 2.0–7.0 (–35) mm broad, linear-cuneate, with rounded, ligulate or furcate apices. Margins slightly thickened, entire or with various proliferations (simple or forked, ligulate or cuneate). Attachment by discoid holdfast, to 15 mm in diam. Tetrasporangia oval, cruciate, 25–33×35–47 mm, develop in tetrasporangial sori (visible as red spots or patches on the surface) scattered over the thallus. Cystocarps round or axially elongated and ocellated (to 1.0×1.5 mm), prominent on one side and concave on the other, commonly in the upper portion and sometimes lower down of the thallus. Growing on rocks in the lower intertidal.</p> <p><i>Distribution.</i> The Asian-Pacific countries: China, Korea, Japan.</p>	<p>Слоевище хрящеватое, кустистое, в пучках, 5–10 (–20) см выс., от темного пурпурно-красного до зеленовато-желтого цвета (с более светлыми верхушками). Ветвление повторно дихотомическое (2–7 раз) или субдихотомическое. Ветви развиваются из короткой вальковатой ножки. Пластинки сжатые в основании и уплощенные выше, 2.0–7.0 (–35) мм шир., линейно-клиновидные, с округлыми, язычковидными или раздвоенными верхушками. Края слегка утолщенные, цельные или с пролиферациями. Прикрепляется дисковидной подошвой до 15 мм в диам. Тетраспорангии овальные, крестообразные, 25–33×35–47 мкм, развиваются в тетраспорангиальных сорусах, разбросанных по слоевищу (видимые как красные крапинки или пятнышки на поверхности). Цистокарпы округлые или удлиненные (до 1.0×1.5 мм в диам.), выступающие на одной стороне пластины и вогнутые на другой, расположены обычно в верхней половине слоевища. Растут на скалах в нижней литорали на открытых участках побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> Китай, Корея, Япония.</p>

Chondrus pinnulatus (Harvey) Okamura

Хондрус перистый



1. Habit. 2. The upper portion of branches with tetrasporangia. 3. Natural habitat (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).

1. Внешний вид. 2. Верхняя часть ветвей с тетраспорангиями. 3. В верхней сублиторали зал. Петра Великого (Японское море, Россия).

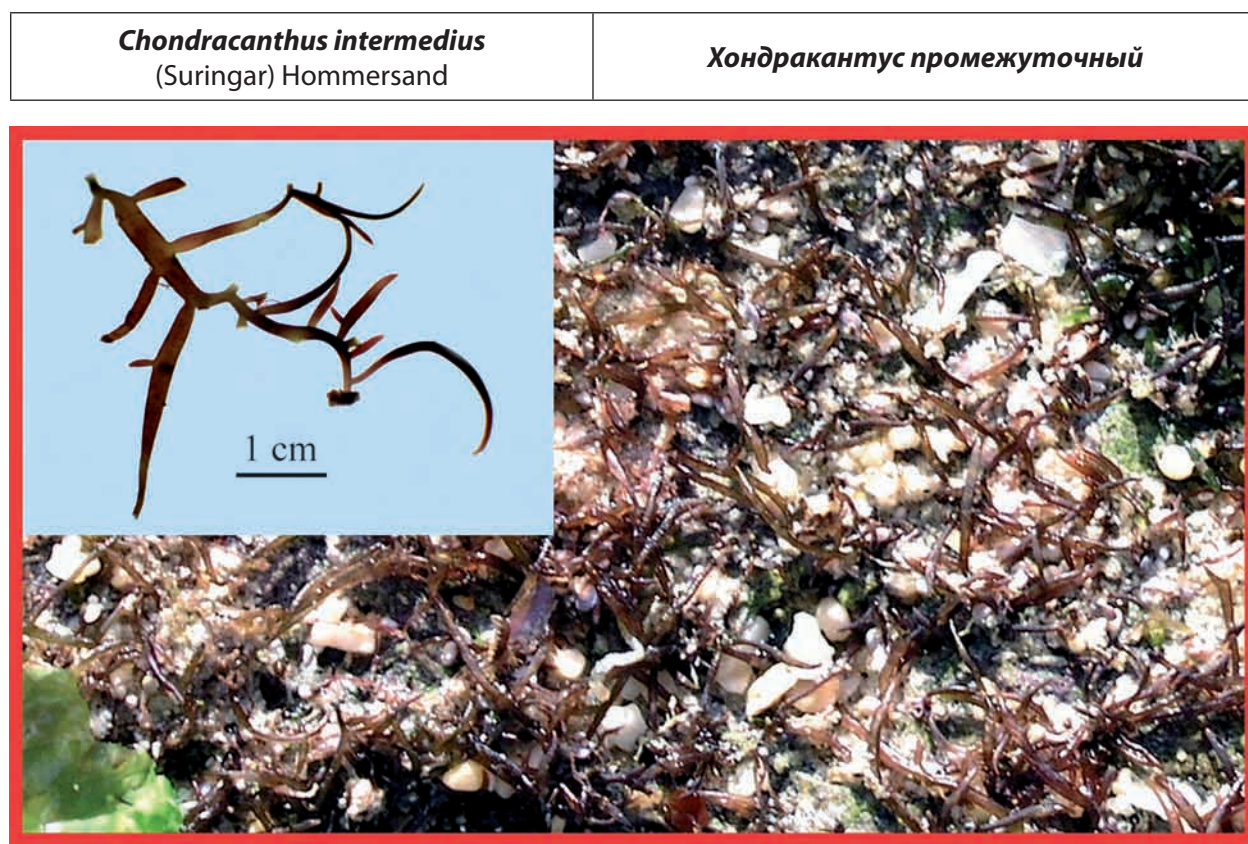
Thallus erect, bushy, tough, cartilaginous, in tufts, 10–20 (–40) cm high, dark violet-carmin to reddish- or greenish-yellow. Branching dichotomous, irregular alternate and pinnate. Main axes terete below, linear-clinoid to flat above, 2–5 (–7) mm broad, with simple or furcate apices. Apices obtuse or pointed. Branches bear ultimate branchlets on both sides. Ultimate branchlets terete to flat, simple or furcate, linear or ligulate, to 7 mm long, with obtuse or acute tips. Attachment by small, discoid holdfast. Tetrasporangia and gonimoblasts develop in ultimate branchlets. Tetrasporangia 20–30×27–40 mm. Gonimoblasts roundish or oval, prominent on both sides, to 1.5×2.0 mm

Growing on rocks and stones, low intertidal to subtidal, in open and semi-sheltered areas.

Distribution. Okhotsk Sea and Sea of Japan. Russia (Kuriles, Sakhalin Island, Moneron Island), Japan (Hokkaido, Hoshu Islands).

Слоевище прямостоячее, кустистое, жесткое, хрящеватое, 10–20 (–40) см выс., от темно-фиолетово-карминного до красновато- или зеленовато-желтого цвета. Ветвление дихотомическое, неправильно поочередное и перистое. Главные побеги вальковатые в основании, от линейно-клиновидных до плоских выше, 2–5 (–7) мм шир., с простыми или вильчатыми верхушками. Верхушки тупые или заостренные. Ветви несут конечные веточки по обеим сторонам. Конечные веточки от вальковатых до плоских, простые или вильчатые, линейные или язычковые, до 7 мм дл., с тупыми или острыми верхушками. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой. Тетраспорангии и гонимобласты развиваются в конечных веточках. Тетраспорангии 20–30×27–40 мкм. Гонимобласты округлые или овальные, до 1.5×2.0 мм, выступающие на обеих сторонах веточек. Растет на скалах и камнях, на литорали и в сублиторали на открытых и полузащищенных участках побережий, образуя иногда обширные заросли.

Распространение. Охотское и Японское моря. В России найден на о-ве Сахалин, о-ве Монерон, Курильских островах; в Японии (острова Хоккайдо, Хонсю).

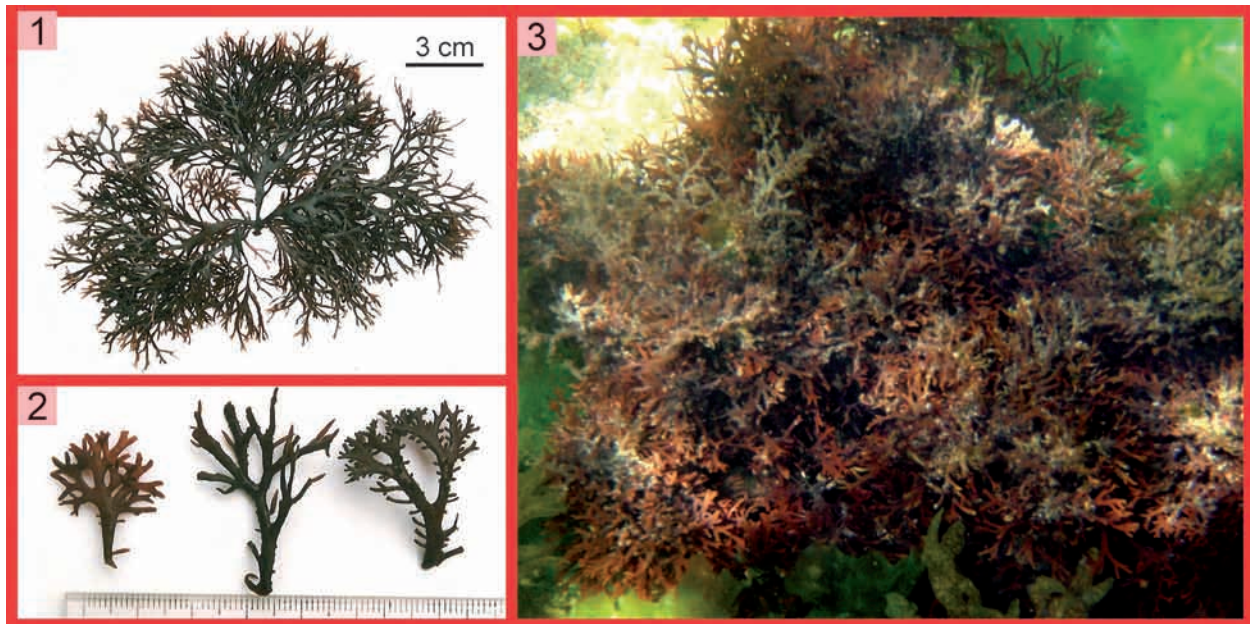


<p>Plants in habitat at low intertidal (Sesoko Island, Okinawa, Japan). Insert: Habit.</p>	<p>Растения в естественных условиях обитания, литораль (о-в Сесоко, Окинава, Япония). Вставка: внешний вид растения.</p>
<p>Thallus small, creeping, (1) –2–5 cm long, forming caespitose masses, 1–2 cm high with intertwined and overlapping each other branches bearing numerous secondary discoid holdfasts arising from apices and firmly attaching to substratum. Plants firm in texture, leathery, cartilaginous, dark purplish red with bluish iridescence (when submerged). Branching sparse, irregular, opposite, alternate or unilateral. Stipe short, cylindrical. Branches compressed, flat, linear (0.5) –1.0–4.0 mm width, tapering to base and apices, distinctly recurvate. Apices often sharply pointed. Tetrasporangia spherical, to obovate, cruciately divided. Cystocarps spherical, prominent. Growing on rocks, in middle and low intertidal and also in intertidal pools, in sheltered and moderately exposed localities.</p> <p><i>Distribution.</i> In temperate, subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Found in the Asian-Pacific countries: China, Korea, Japan, Vietnam, Burma, Indonesia, Malaysia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище стелющееся, (1) –2–5 см дл., жесткое, образующее дернины 1–2 см выс., с переплетенными побегами и налегающими друг на друга ветвями, несущими на верхушках многочисленные вспомогательные ризоиды, которыми они прикрепляются к субстрату. Растение кожистое, хрящеватое, темного пурпурно-красного цвета, флуоресцирующее под водой. Ветвление скудное, неправильное, супротивное, очередное или одностороннее. Ножка короткая, цилиндрическая. Ветви сжатые, плоские, линейные, (0.5) –1.0–4.0 мм шир., постепенно сужающиеся к основанию и верхушкам, согнутые книзу. Тетраспорангии от сферических до обратнойцевидных, крестообразно разделенные. Цистокарпы сферические, выступающие. Растет на камнях, в средней и нижней литорали, на защищенных участках побережий и в местах с умеренным волновым воздействием.</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных до тропических вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов. В странах АТР: в Китае, Корее, Японии, Вьетнаме, Малайзии, Бирме, на Филиппинах, Австралии.</p>

ORDER GIGARTINALES
FAMILY TICHOCARPACEAE

Tichocarpus crinitus (Gmelin) Ruprech

Тихокарпус косматый



1. Habit. 2. Fragments. 3. Habitat (subtidal, Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia), on rocky bottom among macrophytes.

1. Внешний вид. 2. Фрагменты. 3. В сублиторали зал. Петра Великого (Японское море, Россия), на скальном грунте, в составе полидоминантного сообщества макрофитов.

Thallus bushy, cartilaginous, caespitose, 5–40 cm high, brown-red to almost black. Branching irregularly dichotomous, alternate or sometimes opposite. Branches cylindric or terete at base and flattened or almost flat in the upper part, tapering to acute tips, 1–4 (–7) mm wide, covered by short (2–15 mm length) branchlets. Branchlets cylindrical, simple or furcated develop opposite on both margins of flat branches mainly in the upper part of thallus. Tetrasporangia embedded in cortical cell layer, zonately divided scattered throughout. Cystocarps oval, to 1.4×1.9 mm. Attachment by disc-like holdfast. Growing on rocky, sandy bottom with stones, intertidal to subtidal, at depth 1–24 (–40) m, in sites exposed to strong and moderate wave action.

Distribution. Asian boreal species, Okhotsk Sea and the Sea of Japan (Russia, Korea and Japan).

Слоевище кустистое, хрящеватое, 5–40 см выс., коричнево-красного или почти черного цвета. Ветвление неправильное, дихотомическое, очередное или супротивное. Ветви цилиндрические или вальковатые в основании, уплощенные или почти плоские в верхней части, сужающиеся к заостренным верхушкам, 1–4 (–7) мм шир., покрыты короткими (2–15 мм дл.) веточками. Веточки цилиндрические, простые или разветвленные, развиваются в верхней части таллома на обоих краях плоских ветвей. Тетраспорангии погружены в корковую слой клеток, зональные, разбросаны по всему слоевищу. Цистокарпы овальные, до 1.4×1.9 мм. Растение прикрепляется дисковидной подошвой. Растет на скалистом, песчано-илистом с камнями грунте в нижней литорали и в сублиторали на глубине 1–24 (–40) м в местах с сильной и умеренной волновой активностью. Иногда образует обширные заросли.

Распространение. Охотское и Японское моря (Россия, Корея и Япония).

ORDER GIGARTINALES
FAMILY PHYLLOPHORACEAE

Ahnfeltiopsis flabelliformis (Harvey) Masuda

Анфельтиопсис веерообразный



1. Habit, branching pattern. 2. The upper portion of branches with cystocarps. 3. On cement blocks in the lower intertidal (Nhatrang City, Vietnam).

1. Внешний вид растения, особенности ветвления. 2. Верхняя часть ветвей с цистокарпами. 3. На цементных блоках в нижней литорали (г. Нячанг, Вьетнам).

Thallus erect, fan-shaped in outline, tough, cartilaginous, bushy (in tufts), 5–7 (–10) cm high, dark red with lighter-colored apices. Branching regularly or irregularly repeatedly dichotomous. Branches cylindrical or subcylindrical below (0.4–0.5 mm diam.), markedly flattened above (1–2 mm broad) with furcated apices. Apex obtuse or pointed, sometimes slightly dilated. Holdfast small, disc-shaped, giving raises to numerous erect axes. Cystocarps 0.8–1.0 mm diam., commonly in the upper portions of branches. Intertidal, on hard substrate, subtidal on stones and rocks, hydro-technical structures, in open, semi-sheltered and sheltered areas.

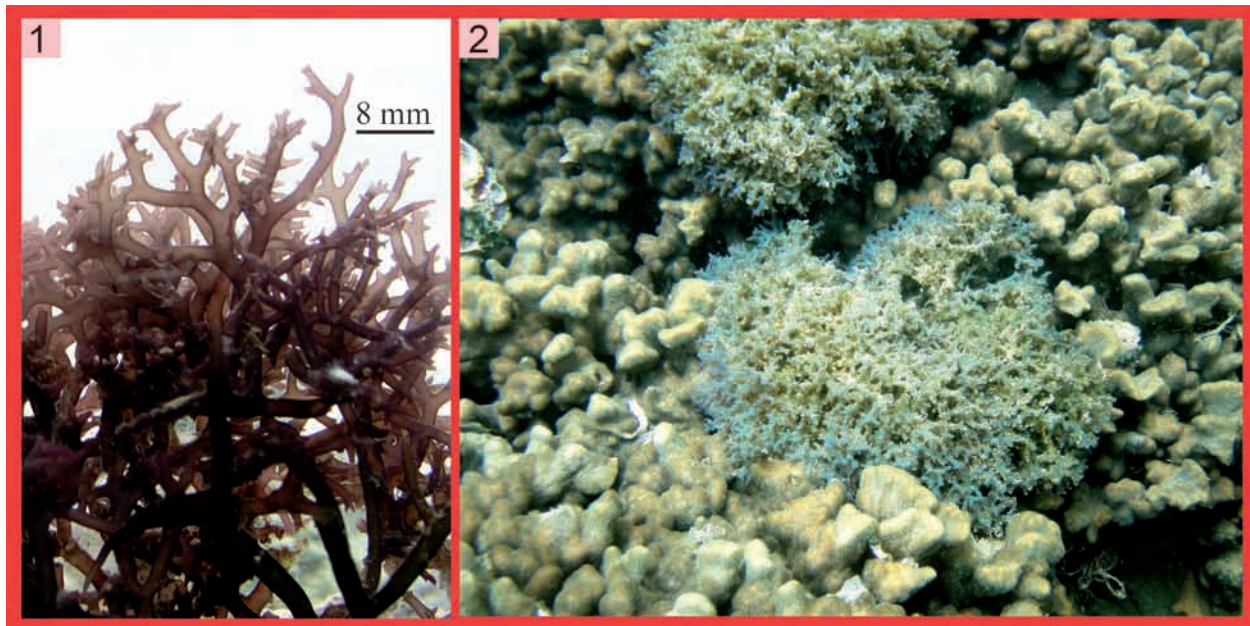
Distribution. Temperate to tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: China, Japan, Korea, Philippines, Vietnam, Russia.

Слоевище прямостоячее, веерообразное, жесткое, хрящеватое, кустистое (в пучках) до 5–7 (–10) см выс., темно-красное с верхушками более светлого цвета. Ветвление правильно или неправильно повторно дихотомическое. Ветви цилиндрические или слегка сдавленные в нижней части растения (0.4–0.5 мм в диам.), уплощенные выше (1–2 мм шир.) с вильчато разветвленными верхушками. Верхушки тупоконечные или заостренные, иногда расширенные. Таллом прикрепляется к грунту маленьким диском, дающим рост многочисленным прямостоячим побегам. Цистокарпы 0.8–1.0 мм в диам., обычно в верхних частях ветвей. Растения занимают твердые субстраты (скалы, камни, мертвые колонии кораллов, гидротехнические сооружения) в литоральной и в верхней сублиторальной зонах, растут на открытых и защищенных участках побережий.

Распространение. От умеренных до тропических вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов. В странах АТР: в Китае, Корее, Японии, Вьетнаме, России.

ORDER GIGARTINALES
FAMILY HYPNEACEAE

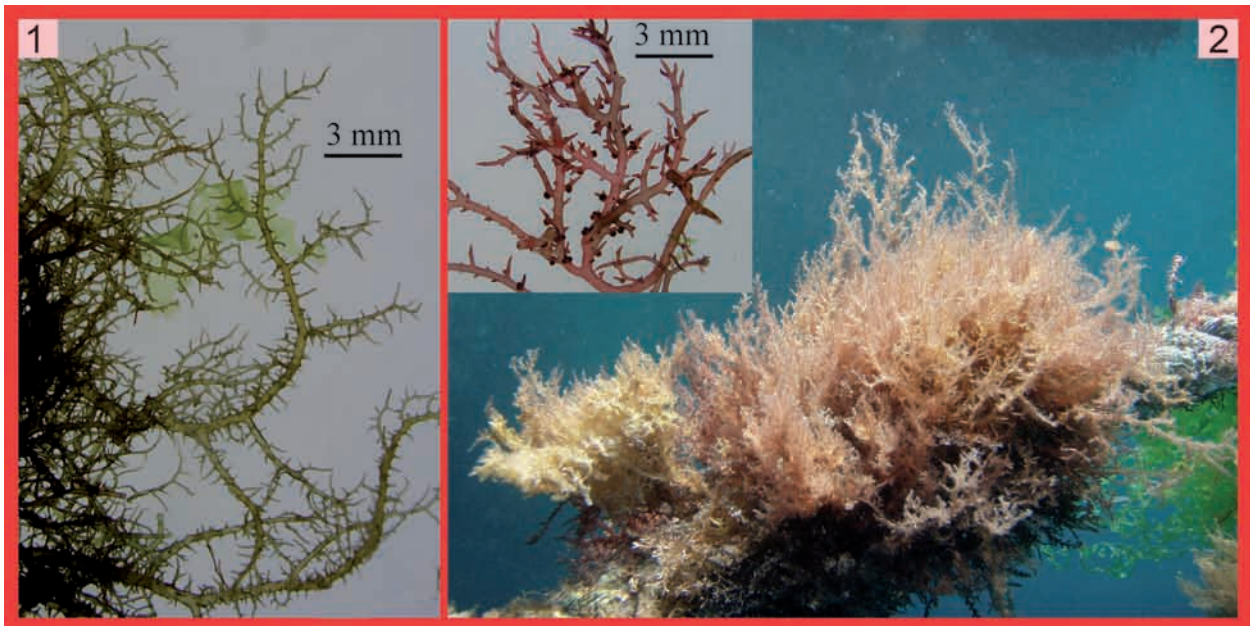
<i>Hypnea pannosa</i> J. Agardh	<i>Гипнея лохматая</i>
---------------------------------	------------------------



<p>1. Habit (fragment). 2. Upper subtidal, Song Lo Bay (Nhatrang City, Vietnam).</p> <p>Thallus subcartilaginous, tough, forming dense-intricate, caespitose, small compact mats or cushions, 3–5 cm thick., light to dark purple-red often with blue iridescence. Branching dense irregular, opposite to alternate, forming wide angles and rounded axils. Branches cylindrical or compressed, 1–3 (5) mm broad, abruptly tapering towards the apices, anastomosed with other branches by dense rhizoidal tufts, densely covered with short lateral branchlets. Branchlets spine or spur-like, to 2 mm long, to 0.3–1 mm broad, not constricted at the base, with acute apices. Tetrasporangia irregularly zonately divided, 10–20×25–40 µm, develop in swollen portions of the basal and middle parts of branchlets, initially on abaxial side and latter sometimes encircling the branchlets. Cystocarps spherical, 500–700 µm diam., sessile or shortly stalked, develop on main axes. Attachment by pad-like holdfast. Growing in the low intertidal to upper subtidal zones.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific oceans.</p>	<p>1. Внешний вид (фрагмент). 2. В верхней сублиторали бухты Сонг Ло (г. Нячанг, Вьетнам).</p> <p>Слоевище хрящеватое, грубое, формирует плотные, сросшиеся дернины 3–5 см толщ., от светлого до темного пурпурно-красного цвета, часто с голубой переливчатостью. Ветвление густое, неправильное, от супротивного до очередного. Ветви цилиндрические или сжатые, 1–3 (–5) мм шир., резко сужающиеся к верхушкам, соединенные с другими ветвями ризоидами, густо покрыты короткими боковыми веточками. Веточки шиповатые или шпоровидные до 2 мм дл., 0.3–1 мм шир., без перетяжек в основании, с заостренными верхушками. Тетраспорангии неправильно зонально разделенные, 10–20×25–40 мкм, развиваются в базальных и средних частях раздутых веточек. Цистокарпы сферические, 500–700 мкм в диам., сидячие или на короткой ножке, развиваются на главных ветвях. Слоевище прикрепляется к субстрату подушковидной подошвой. Растет в нижней литорали и верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>
--	---

<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing	Гипнея мелкоколючечная
	
<p>1. Branches with spine-like branchlets. 2. Lateral cystocarps (immature). 3. Rhizoidal tufts issuing from tips. 4. Natural habitat (Vietnam, lobster farm).</p>	<p>1. Ветви с шиповидными веточками. 2. Незрелые цистокарпы. 3. Пучки ризоидов, развивающихся на верхушках. 4. На конструкциях фермы по выращиванию омаров (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus wiry, erect or forming dense intricate mats or cushions, 1–3 cm high, light brown to dark red. Branching dense, multifarious. Branches cylindrical, 0.2–0.4 mm diam., tapering towards the apices, often anastomosing with other branches by dense rhizoidal tufts issuing from branch and branchlets tips. Branches densely covered with short lateral branchlets. Branchlets numerous, needle-like, spine or spur-like, to 0.1–2.5 (–4) mm long, tapering to apices. Apices acute. Tetrasporangial sori swollen encircling middle or distal part of ultimate branchlets, 160–200 (–230) μm diam., 300 (–600) μm long. Tetrasporangia subcylindrical, zonately divided, 15–17 μm in diam., 25–30 μm long, develop in the sori. Cystocarps spherical, 500–800 μm diam., sessile, develop laterally on axes. Attachment by discoid holdfast and creeping branches with secondary holdfasts. Growing in the low intertidal to upper subtidal zones on dead corals, rocks or epiphytic on larger algae.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище прямостоячее или образующее плотно запутанные дернины 1–3 см выс., от светлого до темно-красного цвета. Ветви цилиндрические, 0.2–0.4 мм в диам., сужающиеся к верхушкам, часто срастающиеся друг с другом при помощи плотных ризоидальных пучков на концах ветвей и веточек. Ветви густо покрыты короткими многочисленными веточками. Веточки игло-, шипо- или шпоровидные, 0.1–2.5 (–4) мм дл., сужающиеся к острым верхушкам. Тетраспорангиальные сорусы раздутые, опоясывающие конечные веточки в средней или верхушечной части, 160–200 (–230) мкм в диам., 300 (–600) мкм дл. Тетраспорангии почти цилиндрические, зонально разделенные, 15–17 мкм в диам., 25–30 мкм дл., развиваются в сорусах. Цистокарпы сферические, 500–800 мкм в диам., сидячие, развиваются сбоку ветвей. Прикрепляется к субстрату дисковидной подошвой и вспомогательными ризоидами к камням, мертвым кораллам, водорослям, в нижней литорали и в верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne	<i>Гипнея валентиuae</i>
---	--------------------------



<p>1. Fragment showing branching pattern. 2. Natural habitat (Vietnam, lobster farm, rope overgrowing with <i>Hypnea valentiae</i>). Insert: fragment with cystocarps.</p>	<p>1. Фрагмент, показывающий особенности ветвления. 2. Место обитания (Вьетнам, ферма по выращиванию омаров). Вставка: фрагмент с цистокарпами.</p>
<p>Thallus bushy, caespitose, wiry, erect or forming densely intricate mats or cushions, 6–15 (–40) cm high, light greenish-brown to dark red. Branching dense, irregular. Branches cylindrical, 0.4–0.7 (–1.5) mm diam., tapering towards the apices. Branches densely covered with short lateral branchlets at right angle to the branches. Branchlets numerous from all sides, simple or forked, spine or spur-like, 1–3 mm long, tapering to apices. Apices acute. Tetrasporangia subcylindrical, oval 17–22×25–30 µm, zonately divided, develop in swollen sori at basal or middle portions of short branchlets, encircling the branchlets. Cystocarps spherical, 300–500 µm diam., sessile, develop laterally on branchlets, single or in groups of 2–3. Holdfast pad-like, inconspicuous. Growing in the middle intertidal to upper subtidal zones on dead corals, rocks, in protected areas.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Vietnam, Philippines, Australia.</p>	<p>Слоевище кустистое или формирующее плотно переплетенные, подушковидные дернины, 6–15 (–40) см выс. Ветвление обильное, неправильное. Ветви цилиндрические, 0.4–0.7 (–1.5) мм в диам., сужающиеся к верхушкам, густо покрыты короткими боковыми веточками (под прямым углом к ветвям). Веточки многочисленные, простые или вильчатые, шиповидные или шпоровидные, 1–3 мм дл., сужающиеся к острым верхушкам. Тетраспорангии почти цилиндрические, овальные, 17–22×25–30 мкм, зонально разделенные, в раздутых сорусах, опоясывающих средние или базальные части коротких веточек. Цистокарпы сферические, 300–500 мкм в диам., сидячие, развиваются сбоку веточек, одиночные или в группах по 2–3. Растут в средней литорали и верхней сублиторали, прикрепляясь подушковидной подошвой к субстрату (скалы, камни, колонии мертвых кораллов, искусственные сооружения).</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: во Вьетнаме, на Филиппинах, в Австралии.</p>

ORDER GIGARTINALES
FAMILY ENDOCLADIACEAE

<i>Gloiopeltis furcata</i> (Postels et Ruprecht) J. Agardh)	<i>Глойопелтис вильчатый</i>
---	-------------------------------------





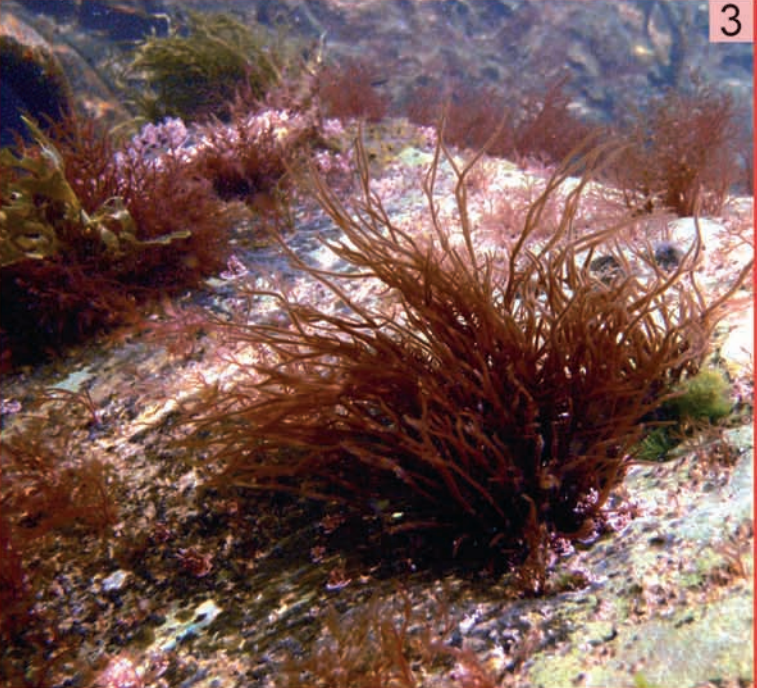
The middle intertidal zone during low tide (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).	В средней литоральной зоне во время отлива в зал. Петра Великого Японского моря (Россия).
<p>Thallus cartilaginous, slippery, bushy, forming dense mats, (0.5) –2.5–7 (–20) cm high, brownish-purple, fading. Branching irregular dichotomous, opposite or unilateral, scarce or abundant. Branches terete to slightly compressed, straight or falcate, with simple or furcated apices, filamentous in the lower portion and widening towards the apex and becoming hollow. Apices blunt, acuminate or rostrate-like. Terasporangia ovoid, cruciately divided, 15–40×25–60 mm, scattered in outer cortex. Cystocarps globose, immersed in sub-cortical layer, slightly projecting from the surface of the thallus, to about 500 mm in diam. Attachment by prostrate haptera giving rise to erect axes. Growing on the upper intertidal rocks, boulders, in semi-sheltered and open areas.</p> <p><i>Distribution.</i> Pacific widely boreal species (Sea of Japan and Yellow Sea). Common in Japan, Russia, Korea and China).</p>	<p>Слоевище хрящеватое, слизистое, кустистое, формирующее плотные дернины, (0.5) –2.5–7 (–20) см выс., буровато-пурпурного цвета, выцветающее. Ветвление неправильное дихотомическое, супротивное или одностороннее. Ветви от цилиндрических до слегка сдавленных, прямые или серповидные, нитчатые в нижней части и расширяющиеся к простым или вильчатым верхушкам. Верхушки ветвей тупые, заостренные или клювовидные. Тетраспорангии яйцевидные, крестообразно разделенные, 15–40×25–60 мкм, рассеянные в наружном коровом слое. Цистокарпы сферические, погруженные в подкоровой слой клеток, слегка выступающие над поверхностью таллома, около 500 мкм в диам. Слоевище прикрепляется к грунту распростертой подошвой, из которой развиваются вертикальные побеги. Растет в верхней литорали на скалах, валунах.</p> <p><i>Распространение.</i> Тихоокеанский широкобореальный вид: Японское и Желтое моря (Япония, Россия, Корея и Китай).</p>

ORDER HALYMENIALES
FAMILY HALYMENIACEAE

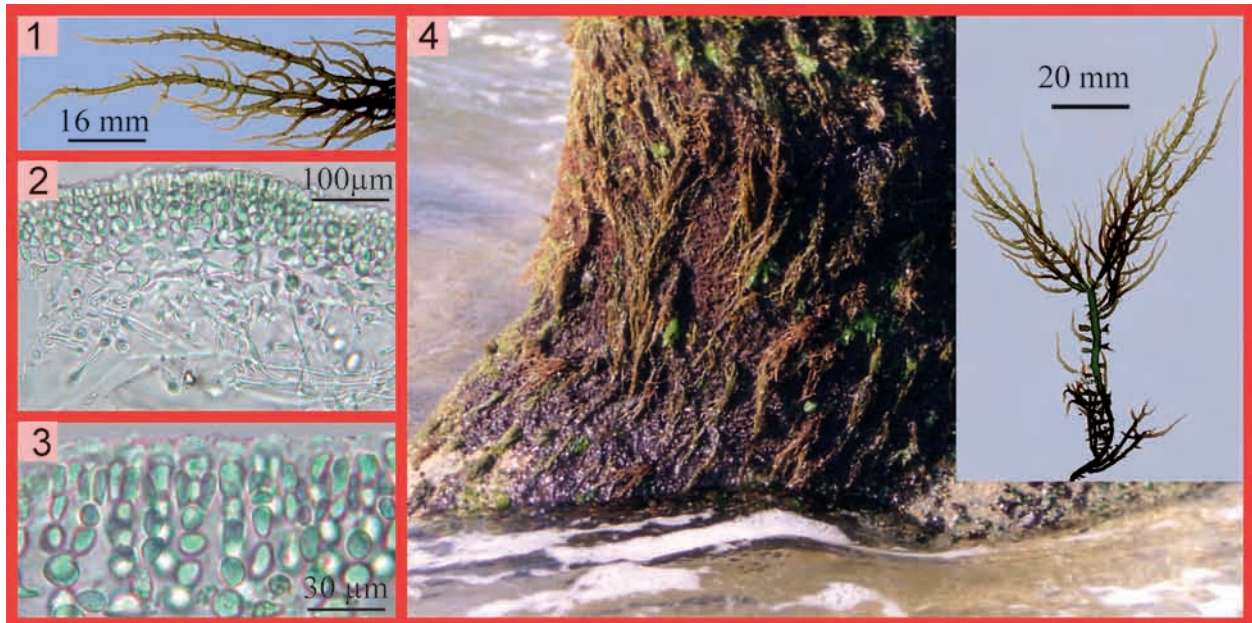
<i>Grateloupia asiatica</i> S. Kawaguchi & H. W. Wang	<i>Грателупия азиатская</i>
--	-----------------------------




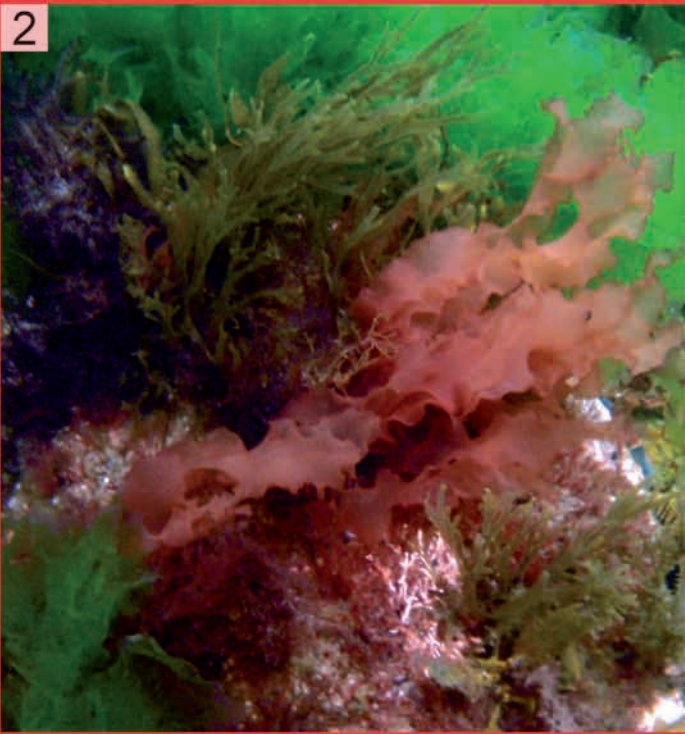
<p>1. Branches with distichous branchlets. 2. Transverse section showing cortical layer and medulla. 3. Transverse section showing mature cystocarp. 4. Natural habitat (Nhatrang Bay, Vietnam), cement blocks overgrowing with <i>G. asiatica</i> at low tide. Insert: Habit.</p>	<p>1. Ветви с двухрядными веточками. 2. Кортикальный слой и сердцевина на поперечном срезе. 3. Зрелый цистокарп на поперечном срезе. 4. Зал. Нячанг (Вьетнам). <i>G. asiatica</i> на цементных блоках (во время отлива). Вставка: внешний вид.</p>
<p>Thallus cartilaginous, bushy, branched, 15–20 cm high, greenish to purplish red. Main axes, branches and branchlets are flat. Main axis linear, 1.2–3 mm broad, slightly twisted. Branching in lower portion of main axes from all sides, and above distichously from margins. Branches 5–6.5 cm long, 1–1.5 mm broad. Branchlets 0.5–1.4 cm long, 0.1–1.1 mm broad, pinnately arranged. The branchlets flat, constricted at base and tapering to acute tips. Attachment by small disc to 1 mm diam. Cystocarps immersed 75–200 μm diam. Carpospores roundish to oval, 7–10 μm diam. Growing on middle to lower intertidal rock, overgrowing artificial substrate exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Note.</i> This species is used as food. Potential: as anthelmintic.</p> <p><i>Distribution.</i> Japan, Korea, Vietnam.</p>	<p>Слоевище хрящеватое, кустистое, разветвленное, 15–20 см. дл., от зеленоватого до пурпурно-красного цвета. Главные побеги, ветви и веточки плоские. Главный побег линейный, 1.2–3 мм шир., слегка извилистый. В нижней части главного побега ветви развиваются со всех сторон, выше – двусторонне (по краям). Ветви 5–6.5 см дл., 1–1.5 мм шир. Веточки 0.5–1.4 см дл., 0.1–1.1 мм шир., перисто расположенные, плоские, с перетяжками у основания и суженные к острым верхушкам. Растения прикрепляются дисковидной подошвой до 1 мм в диам. Цистокарпы погруженные, 75–200 мкм в диам. Карпоспоры округлые до овальных, 7–10 мкм в диам. Растут на скалах, камнях, обрастают искусственные субстраты в средней и нижней литорали с умеренным и сильным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> Корея, Япония, Вьетнам.</p>

<i>Grateloupia divaricata</i> Okamura	Грателупия растопыренная
 	
<p>1. Habit. 2. Fragment showing laterals. 3. Natural habitat, subtidal (Peter the Great Bay, Russia).</p>	<p>1. Внешний вид растения из зал. Петра Великого. 2. Фрагмент с боковыми веточками. 3. В сублиторали зал. Петра Великого Японского моря (Россия).</p>
<p>Thallus firmly cartilaginous, bushy, branched, 15–20 (–30) cm high, greenish-yellow to purplish-red. Disc-shaped attachment giving rise to one or some erect branches 1–3 mm broad Main axes and branches flattened to terete, tapering to the base and apices. Branching dichotomous, narrow dichotomous, tufted or lateral, bifurcate near the apices. Branches develop from all sides or distichously. Laterals numerous, divaricate, spindle-shaped, short or long (2–10 mm long), often branched, flattened, distichous, closely alternate, tapering to the base and apices. Tetraspores cruciate, oval, 25×50 mkm develop from inner cortical cells. Growing on low intertidal and upper subtidal rocks exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Note.</i> This species is used as food. A source of agglutinin.</p> <p><i>Distribution.</i> Sea of Japan. Common in Russia (Peter the Great Bay, Moneron, Sacchalín Islands.), in Japan (Hokkaido, Honshu), in Korea.</p>	<p>Слоевище плотно хрящеватое, кустистое, разветвленное, 15–20 (–30) см дл., от зеленовато-желтого до пурпурно-красного цвета. От дисковидной подошвы отходят от одного до нескольких вертикальных побегов 1–3 мм шир. Главные оси и ветви вальковатые до уплощенных, сужающиеся к вершине и основанию. Ветвление дихотомическое, сближенно дихотомическое, пучковатое, одностороннее, вильчатое у верхушек. Ветви развиваются со всех сторон или двусторонне. Боковые веточки многочисленные, оттопыренные, веретеновидные, 2–10 мм дл., разветвленные, уплощенные, супротивные или сближенно поочередные, сужающиеся к основанию и верхушкам. Тетраспорангии крестообразно разделенные, овальные, 25×50 мкм, развиваются из клеток внутренней коры. Растет на скалах, камнях в нижней литорали и в верхней сублиторали, в местах с умеренной и сильной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> Японское море. Обычна в России (зал. Петра Великого, о-в Монерон, о-в Сахалин), в Японии (о-в Хоккайдо, о-в Хонсю) и в Корее.</p>

<i>Grateloupia flicina</i> (J.V. Lamouroux) C.Agardh	<i>Грателупия папоротниковидная</i>
--	--



<p>1. Branching pattern. 2. Transverse section. 3. Transverse section: cortical layer. 4. Habitat, on cement blocks (Nhatrang City, Vietnam). Inset: habit.</p>	<p>1. Особенности ветвления. 2. Поперечный срез слоевища. 3. Коровой слой на поперечном срезе. 4. Место обитания, на цементных блоках (г. Нячанг, Вьетнам). Вставка: внешний вид.</p>
<p>Thallus caespitose, cartilaginous, slippery, 5–10 (–20) cm high, linear, compressed to sub-cylindrical, shortly stipitate, purplish-red, dark purplish-brown to bluish-green. Main axis (1.5–2 to 4 mm broad) with numerous branches (1 mm broad and 3–10 cm long) tapering to base and apex. Branching multifarious, commonly marginally pinnate, bipinnate, sometimes proliferating from the face, or radially branched. Attachment by small disc-like holdfast. Tetrasporangia imbedded in the cortical layer, cruciately divided, near to oval (18–20×35–40 μm), scattered over all the thallus. Cystocarps embedded in the cortex and reach far into the medullary tissue, partially prominent, to 180 μm in diam. Growing on the middle intertidal rocks, in the intertidal rocky pools.</p> <p><i>Note.</i> A source of agglutinin.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide: Atlantic, Indian and Pacific Oceans, from tropics to Antarctic and the subantarctic Islands. In the Asian-Pacific countries: China, Japan, Korea, Russia, Vietnam, Indonesia, Philippines. Common in Europe, North America, Mexico.</p>	<p>Слоевище дернистое, хрящеватое, скользкое, 5–10 (–20) см дл., линейное, уплощенное до почти цилиндрического, на короткой ножке, пурпурно-красного, темно-пурпурно-коричневого до голубовато-зеленого цвета. Главная ось (1.5–2 до 4 мм шир.) с многочисленными ветвями, сужающимися к основанию и вершине. Ветвление обычно перистое, дважды перистое по краям, иногда пролиферирующее или радиально разветвленное. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой. Тетраспорангии погруженные в кортикальном слое, крестообразно разделенные, почти овальные (18–20×35–40 мкм), разбросаны по всему слоевищу. Цистокарпы частично выступающие над поверхностью, до 180 мкм в диам., погруженные в кортикальный слой клеток. Растет на скалах в средней литорали, в литоральных ваннах.</p> <p><i>Распространение.</i> Атлантический, Индийский и Тихий океаны, от тропиков до Антарктических островов. В странах АТР: Китай, Япония, Корея, Россия, Вьетнам, Индонезия, Филиппины. Обычна в Европе, Северной Америке, Мексике.</p>

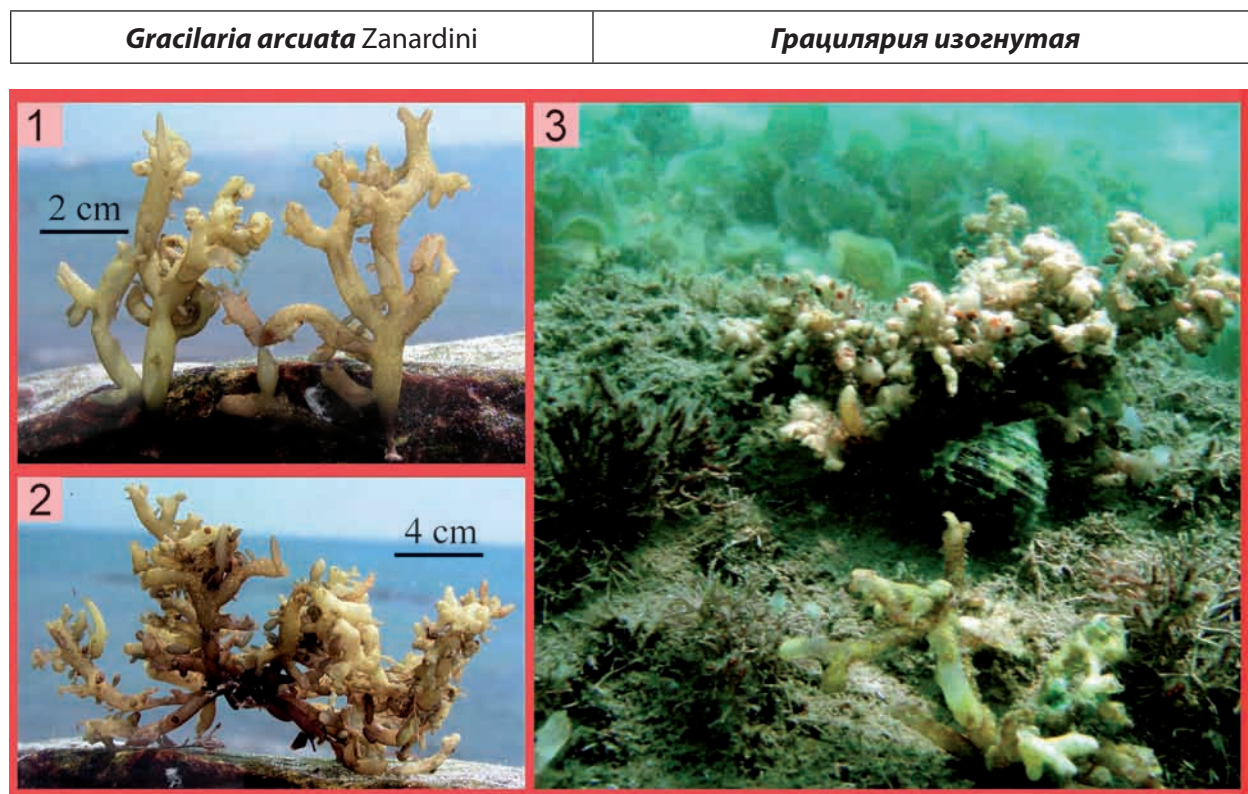
<i>Grateloupia turuturu</i> Yamada	Грателупия турутuru
	
<p>1. Habit. 2. Upper subtidal (2 m deep) (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p> <p>Thallus blade-like, soft, mucilaginous, entire or divided into linear-lanceolate blades, 15–50 cm high, 5–10 cm width, pinkish-violet, yellowish-brown, more lightened towards apices or yellowish-brown color. Blade with widely-cuneate base tapering into short stalk. Thallus smooth-edged, undulate or with small proliferations. Attachment by small disc-like holdfast. Tetrasporangia imbedded in the cortical layer, 20×25 µm, scattered over the thallus. Gonimoblasts also imbedded and scattered over the thallus. Growing on rocks, stones, pebbles in low intertidal, upper subtidal, at sites moderately exposed to wave action. Dwells in sites with bright light and in shaded rocky grottoes and niches.</p> <p><i>Note.</i> A source of agglutinin.</p> <p><i>Distribution.</i> Pacific low boreal-subtropical species (Okhotsk Sea, Sea of Japan, Yellow Sea). In the Asian-Pacific countries: Japan, Russia, Korea, China.</p>	<p>1. Внешний вид растения. 2. В верхней сублиторали (2 м глуб.) зал. Петра Великого (Японское море, Россия).</p> <p>Слоевище пластинчатое, мягкое, слизистое, цельное или разделенное на линейно-ланцетовидные лопасти, 15–50 см дл., 5–10 см шир., розовато-фиолетового или желтовато-коричневого цвета, более светлое к вершинам. Пластина с ширококлиновидным основанием, суживающимся и переходящим в короткий стволик. Края пластины цельные, волнистые или с пролификациями. Прикрепляется небольшой дисковидной подошвой. Тетраспорангии погружены в кортикальный слой клеток, 20×25 мкм, разбросаны по слоевищу. Гонимобласты также погружены и разбросаны по слоевищу. Водоросли найдены на скалах, камнях и гальке в нижней литорали и в верхней сублиторали, в местах с умеренной волновой активностью. Обитает как на хорошо освещенных местах, так и в затенении (в гротах и нишах скал).</p> <p><i>Распространение.</i> Тихоокеанский низкобореально-субтропический вид (Охотское, Японское и Желтое моря). В странах АТР (Япония, Россия, Корея, Китай).</p>

<i>Halymenia dilatata</i> Zanardini	<i>Халимения расширенная</i>
-------------------------------------	------------------------------



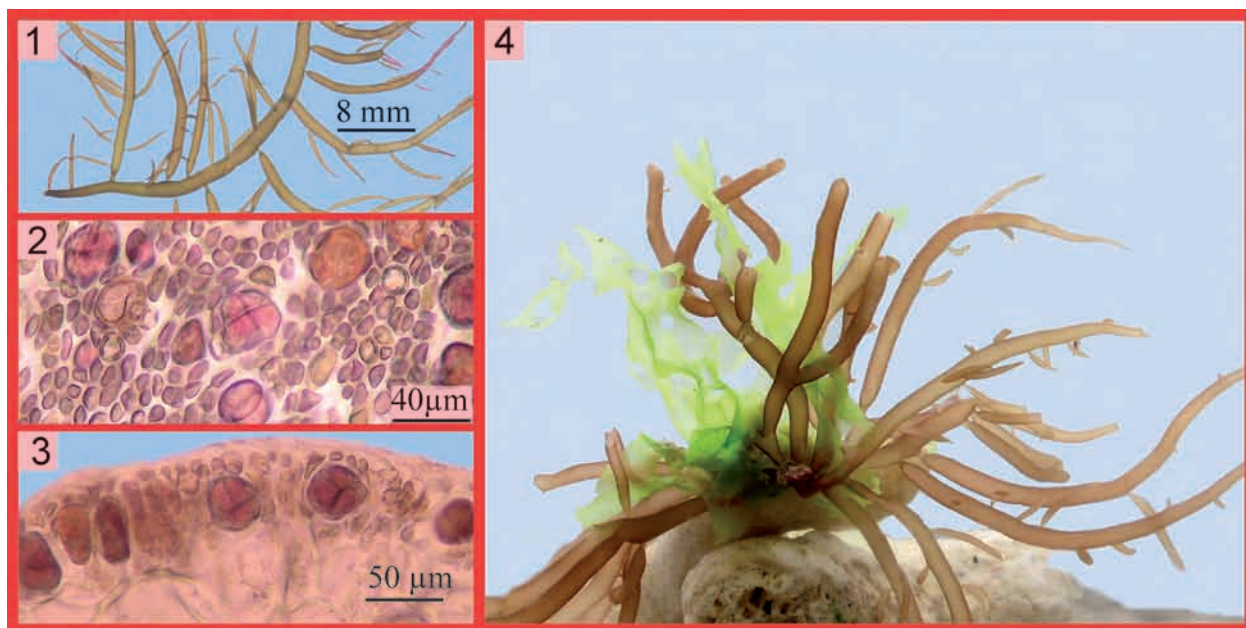
Subtidal, 1.5 m deep (Song Lo Bay, Nha-trang City, Vietnam).	В сублиторали бухты Сон Ло (глубина 1.5 м), г. Нячанг, Вьетнам.
<p>Thallus solitary, fleshy, gelatinous, membranaceous, bright red to yellowish or brownish to dark red when old, 130–350 (–400) μm thick. Blade with reniform or cuneate base with short, sessile, thick stipe to 1 cm long. The blade broadly oval, suborbicular or kidney-shaped, 10×20– (40) cm. Margins entire, lobed, sinuate, or fimbriate with ligulate lobules, sometimes with small teeth. The surface of blade is undulate, blotched or mottled, sometimes proliferous. Tetrasporangia obovate or oblong in transverse section, cruciately divided, 17–20×13 μm, imbedded into cortical layer. Cystocarps dot-like, to 60 μm diam., scattered over the thallus. Attachment by disc-like holdfast issuing from the stipe and by marginal discoid holdfasts. Growing on subtidal dead corals, rocks, pebbles.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: China, Korea, Japan, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище одиночное, мясистое, студенистое, пленчатое, от ярко-красного до желтоватого или коричневатого цвета, 130–350 (–400) мкм толщ. Слоевище с почковидным или клиновидным основанием, переходящим в короткую толстую ножку до 1 см дл. Пластина широкоовальная, округлая или почковидная, 10×20– (40) см. Края цельные, лопастные, выемчатые или бахромчатые с язычковыми дольками, иногда с мелкими зубчиками. Поверхность пластины волнистая, пятнистая или мозаичная, иногда с пролификациями. Тетраспорангии яйцевидные или продолговатые на поперечном срезе, крестообразно разделенные, 17–20×13 мкм, погруженные в кортикальный слой клеток. Цистокарпы в виде пятнышек, до 60 мкм в диам., разбросаны по слоевищу. Прикрепляется дисковидной подошвой и краевыми дисковидными прицепками. Растут на мертвых кораллах, камнях и гальке в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Индийского и Тихого океанов. В Китае, Корее, Японии, Вьетнаме, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>

ORDER GRACILARIALES
FAMILY GRACILARIACEAE

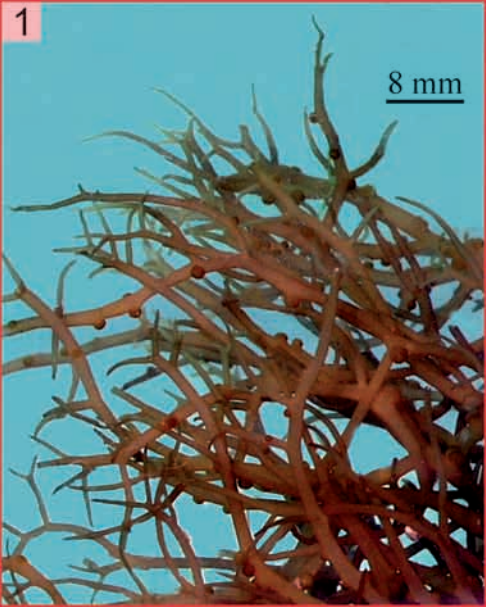



<p>1, 2. Habit (in aquarium). 3. Natural habitat in the upper subtidal zone (Phu Quoc Island, Vietnam).</p> <p>Thallus stout, cartilaginous, 4–10 (–15) cm high, greenish, yellowish-red to purple or cream-whitish. Main axes and branches more or less arcuated upwards, cylindrical (3 mm in diam.) or slightly compressed (to 5 mm thick). Branching irregular, unilateral, alternate or divaricate. Branches unconstricted or sometimes slightly constricted at their bases. Ultimate branchlets simple, to 2.7 mm long or dividing into 2–3 short spinose branchlets and tapering abruptly toward the apices. Tips of branches and branchlets acute. Terasporangia cruciately divided, about 10 mm in diam.. Attachment by small discoid holdfast. Growing on dead corals, in pools, at low intertidal to subtidal, in sites exposed to moderate wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Common in tropical seas of Korea, China, Japan, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1, 2. Внешний вид растений (в аквариуме). 3. В верхней сублиторальной зоне (о-в Фукуок, Вьетнам).</p> <p>Слоевище плотное, хрящеватое, 4–10 (–15) см выс., зеленоватого, желтовато-красного пурпурного или кремовато-белого цвета. Главные побеги и ветви цилиндрические (3 мм в диам.) или слегка сдавленные (до 5 мм толщ.), изогнуты кверху. Ветвление неправильное, одностороннее, очередное или вильчатое. Ветви без перетяжек или слегка перетянуты в основании. Конечные веточки простые (до 2.7 мм дл.) или делящиеся на 2–3 короткие колючие веточки, сужающиеся резко к верхушкам. Верхушки ветвей и веточек острые. Тетраспорангии крестообразно разделенные, около 10 мкм в диам. Растения прикрепляются к грунту маленькой дисковидной подошвой, растут на мертвых кораллах, в литоральных лужах и в верхней сублиторали, в местах с умеренным волновым воздействием.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических морях. Вид, обычный для Кореи, Китая, Японии, Вьетнама, Индонезии, Филиппин, в Австралии, Новой Зеландии и Тихоокеанских островов.</p>
--	---

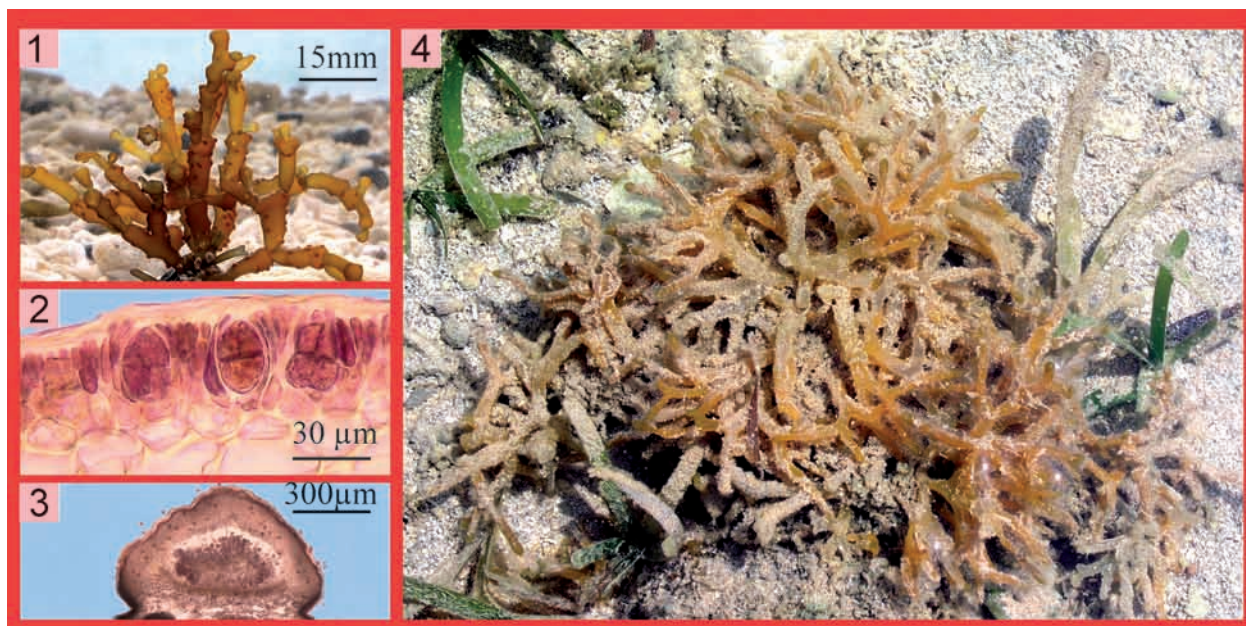
<i>Gracilaria blodgettii</i> Harvey	Грацилярия Блодгетта
-------------------------------------	----------------------



<p>1. Fragment showing branching pattern and branches abruptly basally constricted. 2. Cortical cells and tetrasporangia from surface view. 3. Transverse section through tetrasporangial thallus. 4. Habit (in aquarium, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент, показывающий особенности ветвления и веточки с резкими сжатиями у оснований. 2. Вид сверху: кортикальные клетки и тетраспорангии. 3. Поперечный срез таллома с тетраспорангиями. 4. Внешний вид (в аквариуме, из зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus caespitose, somewhat turgid, cartilaginous, 15–40 cm high, reddish-purple. Main axes cylindrical (1.0–2.0 mm in diam.). Branching irregular, unilateral or alternate. Branches and branchlets cylindrical, tapering to acute tips, slightly curved inwards, and abruptly constricted at their bases. Tetrasporangia ovate, oblong, to globose, cruciately divided, (25) –30–35 (–40) × (15) –21–25 mm. Cystocarps spherical, markedly projecting from the axis. Attachment by small discoid holdfast. Growing on dead corals, stones, shells, in tidepools, at low intertidal to upper subtidal, in sites exposed to moderate wave action.</p> <p><i>Note.</i> This species is used in folk medicine in Japan and in China.</p> <p><i>Distribution.</i> Common in tropical seas of Pacific Ocean. Common in the Asian-Pacific countries: Korea, China, Taiwan, Japan, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище дернистое, хрящеватое, 15–40 см выс., красновато-пурпурного цвета. Главные побеги цилиндрические (1.0–2.0 мм в диам.). Ветвление неправильное, одностороннее или очередное. Ветви и веточки также цилиндрические, суживающиеся к острым верхушкам, сильно сжаты в основании. Тетраспорангии яйцевидные, продолговатые или сферические, крестообразно разделенные, (25) –30–35 (–40) × (15) –21–25 мкм. Цистокарпы сферические, выступающие. Талломы прикрепляются к грунту маленькой дисковидной подошвой и растут на мертвых кораллах, камнях, ракушечнике, в литоральных лужах, в нижней литорали и в верхней сублиторали, в местах с умеренным волновым воздействием. Обитает как в соленых, так и солоноватых водах.</p> <p><i>Распространение.</i> Повсеместно в тропических морях Тихого Океана. Обычна в странах АТР: в Японии, Корее, Китае, Вьетнаме, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах. Используется в народной медицине Японии и Китая.</p>

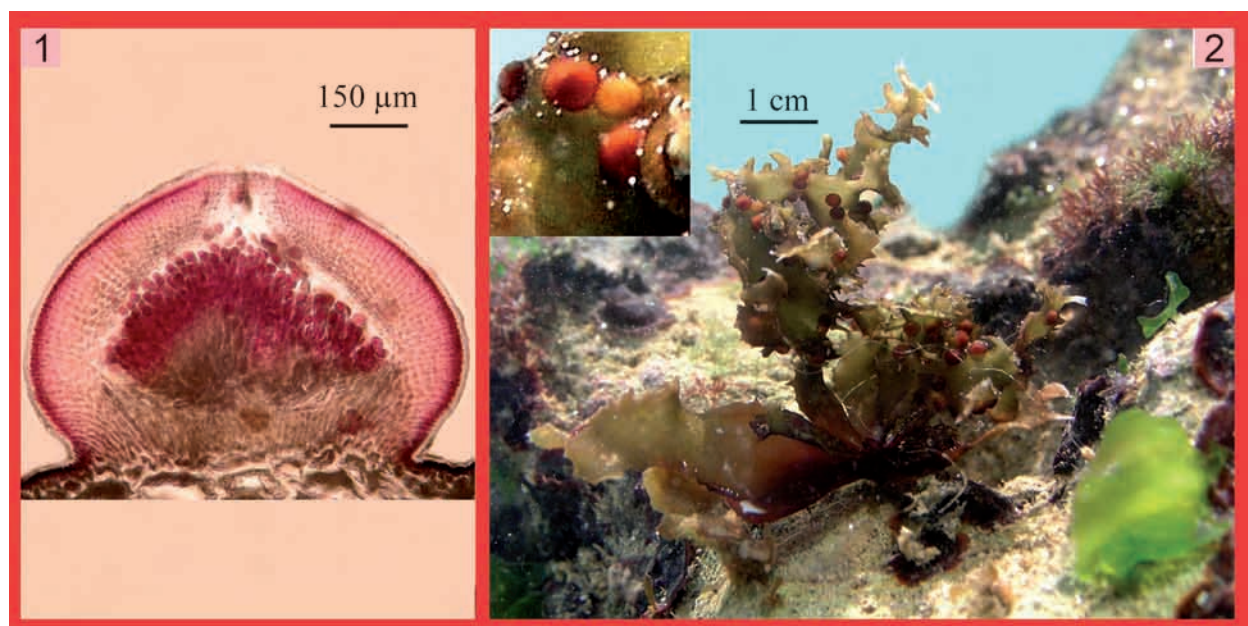
<i>Gracilaria coronopifolia</i> Harvey	Грацилярия венцелистная
	
<p>1. Fragment with cystocarps. 2. In habitat, intertidal (My Hoa, Ninh Thuan Province, Vietnam).</p> <p>Thallus caespitose, cartilaginous, 10–15 cm high, greenish-brown to dark brown or purple. Main axes cylindrical, 1.0–1.5 (–2.0) mm in diam. Branching basically dichotomous, subdichotomous, with wide axils, irregular, abundantly branched in the upper portion. Branches and branchlets cylindrical nonconstricted basally, tapering to acute tips, characteristically bifurcate apically. Ultimate branchlets numerous, short, spinous. Terasporangia oblong to ovoid, or spherical, embedded in the cortex, cruciately divided, 15–35 (–40) × 8–25 μm. Cystocarps sphaerical, markedly projecting. Attachment by small discoid holdfast. Growing on dead corals, stones, shells, in tidepools, at low intertidal (exposed during low tide) and shallow subtidal, in sites with moderate wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Common in tropical seas of Pacific Ocean. Common in Japan, Korea, China, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1. Фрагмент таллома с цистокарпами. 2. На литорали в бухте Ми Хоа (провинция Нинь Туан, Вьетнам).</p> <p>Слоевище дернистое, хрящеватое, 10–15 см выс., зеленовато-бурого до темно-бурого или пурпурного цвета. Главные ветви цилиндрические, 1.0–1.5 (–2.0) мм в диам. Ветвление в основном дихотомическое, субдихотомическое (с широкими пазухами), неправильное, обильное в верхней части растения. Ветви и веточки цилиндрические, без перетяжек у основания, суживающиеся к острым, в основном вильчатым верхушкам. Конечные веточки многочисленные, короткие, шиповатые. Тетраспорангии от продолговатых до яйцевидных или до сферических, погруженные в коровой слой клеток, крестообразно разделенные, 15–35 (–40) × 8–25 мкм. Цистокарпы сферические, заметно выступающие над поверхностью. Растения прикрепляются к грунту маленькой дисковидной подошвой. Растут на мертвых кораллах, камнях, ракушечнике, в литоральных лужах, в нижней литорали и в верхней сублиторали, в местах с умеренным волновым воздействием.</p> <p><i>Распространение.</i> Повсеместно в тропических морях. Вид, обычный для Японии, Кореи, Китая, Вьетнама, Индонезии, Филиппин, в Австралии, Новой Зеландии и Тихоокеанских островов.</p>

<i>Gracilaria salicornia</i> (C. Agardh) E.Y. Dawson	Грацилярия солероговидная
---	----------------------------------



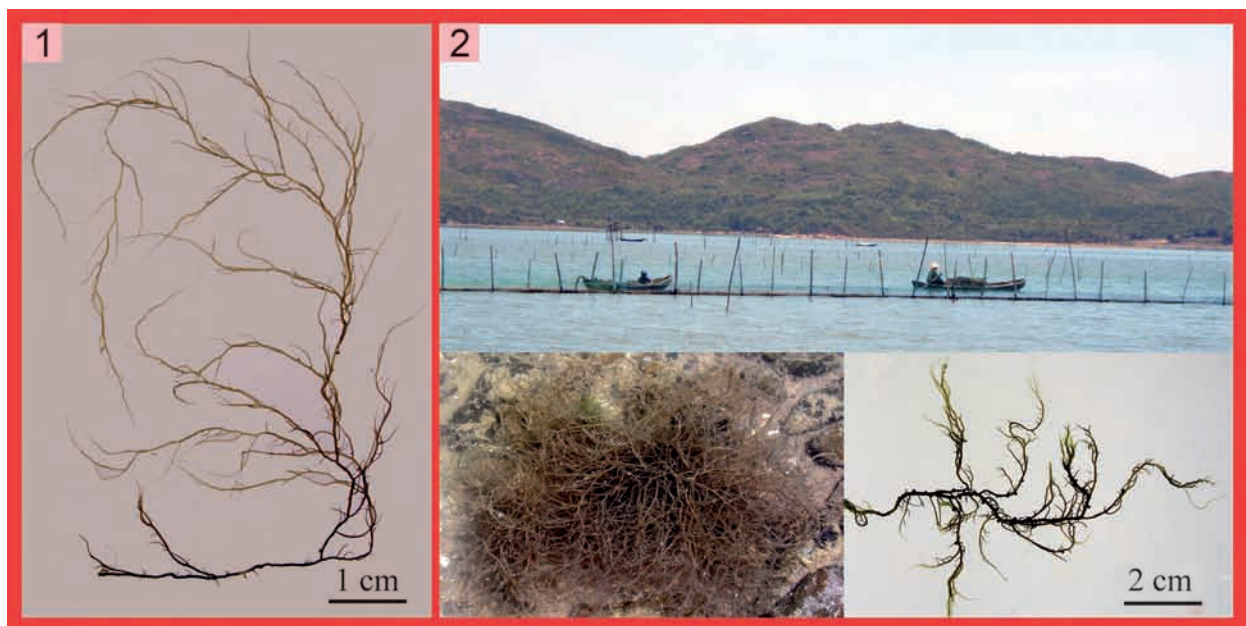
<p>1. Habit. 2. Transverse section showing tetrasporangia. 3. Transverse section through cystocarp. 4. Natural habit (My Hoa, Ninh Thuan Province, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Поперечный срез слоевища с тетраспорангиями. 3. Срез через цистокарп. 4. На литорали в бух. Ми Хоа (провинция Нинь Туан, Вьетнам.)</p>
<p>Thallus brittle, fleshy, turgid, forming erect or prostrate clumps, 3–6 cm high, yellowish-orange, dark green to greenish-brown or dark red, in dependence on habitat. Branching irregular dichotomous, trichotomous, or sometimes alternate (4–5 orders of branches) with regularly constricted axes. Branches cylindrical, or slightly compressed, 1.5–4 (–5) mm in diam., articulated, swollen at distal ends (club-shaped) and slightly to strongly constricted at the base and with few to many intercalary branch constrictions. Tips blunt. Tetrasporangia cruciately, irregularly cruciately divided, embedded in cortex, roundish, oval to ovoid, (20–25×35–40 μm) in transverse section. Cystocarps near to spherical, prominent, slightly constricted at the base, 1100–1500×600–850 μm. Growing intertidal to subtidal, attaching by numerous small discs at various points to hard substrate rocks, stones, pebbles).</p> <p><i>Distribution.</i> In subtropical and tropical seas of Pacific Ocean. Common in Korea, China, Japan, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище хрупкое, мясистое, разбухшее, прямостоячее или стелющееся, образующие пучки 3–6 см выс., от желтовато-оранжевого, темно-зеленого до зеленовато-бурого или темно-красного цвета (в зависимости от условий обитания). Ветвление неправильно дихотомическое, трихотомическое или иногда поочередное (4–5 порядков), с регулярными сжатиями побегов. Ветви цилиндрические или слегка сжатые, 1.5–4 (–5) мм в диам., членистые, раздутые в верхних концах (булавовидные) и сжатые (слегка или сильно) в основании члеников. Верхушки тупые. Тетраспорангии крестообразно или неправильно крестообразно разделенные, погруженные в корковый слой клеток, овальные или яйцевидные на поперечном срезе, 20–25×35–40 мкм. Цистокарпы почти сферические, выступающие, слегка сжаты в основании, 1100–1500×600–850 мкм. Растет на литорали и в сублиторали, прикрепляясь к субстрату (скалы, камни, галька) многочисленными маленькими дисковидными подошвами.</p> <p><i>Распространение.</i> Тихий океан. Вид обычен для Кореи, Китая, Японии, Вьетнама, Индонезии, Филиппин, в Австралии и Новой Зеландии, Тихоокеанских островов.</p>

<i>Gracilaria spinulosa</i> (Okamura) Chang & B.M.Xia	<i>Грацилярия мелкошиповатая</i>
---	---



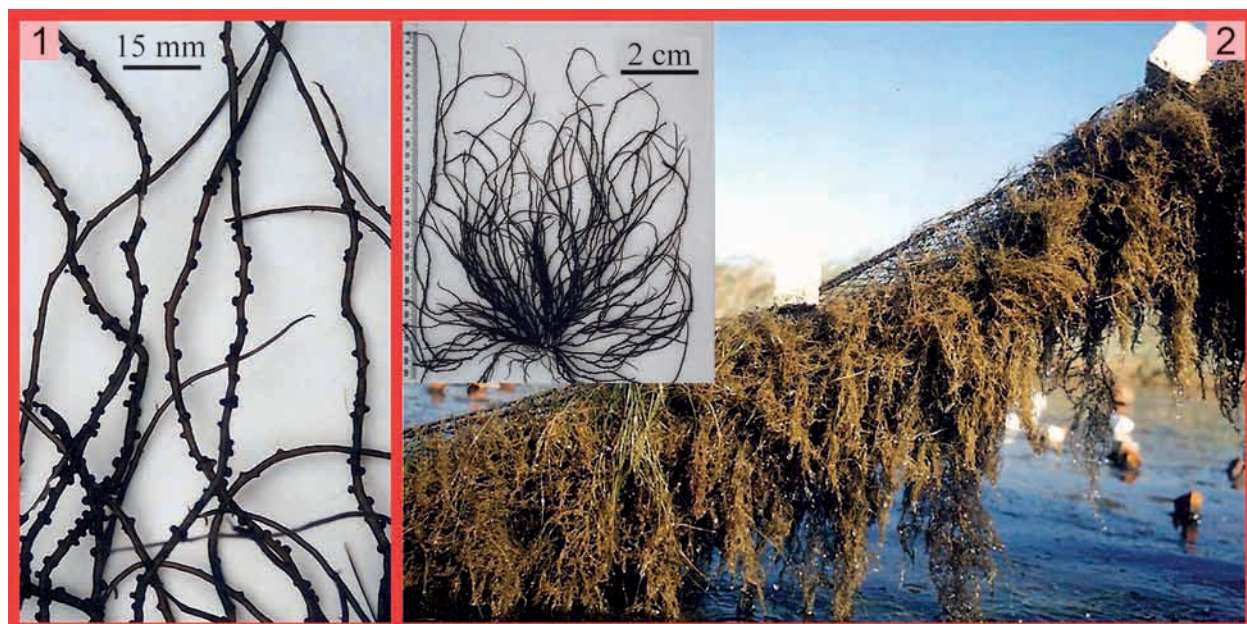
<p>1. Cystocarp in longitudinal section. 2. Habitat (mouth of Kai River, Nhatrang Bay, Viet-nam). Insert: Group of cystocarps.</p>	<p>1. Продольный срез через цистокарп. 2. Расте-ние в аквариуме, взятое в устье р. Кай (зал. Нячанг, Вьетнам). Вставка: цистокарпы.</p>
<p>Thallus flattened, foliose, cartilaginous, erect, 6–11 cm high, shortly stipitate, brownish-red, greenish-brown to dark purple. Branching irregularly dichotomous. Branches flattened, 0.5–1.2 mm width, 245–370 µm thick, with obtuse or ligulate tips. Short spinous branch-lets develop marginally and superficially from the blade. Tetrasporangia cruciately, irregu-larly cruciately divided, embedded in cortex, roundish, to oval (17.5–20×20–22 µm), scat-tered over the thallus. Cystocarps single or in groups, subspherical, prominent, constricted at the base, 450–600×680–770 µm. Attach-ment by small disc-like haptera. Growing in upper subtidal on dead corals, in calm areas.</p> <p><i>Note.</i> This species is potential as human food.</p> <p><i>Distribution.</i> In subtropical and tropical seas of Indian and Pacific Oceans. Common in China, Vietnam, Philippines.</p>	<p>Слоевище уплощенное, листовидное, хря-щеватое, прямостоячее, 6–11 см выс., на короткой ножке, буровато-красного, зеленовато-коричневого или темного пурпурного цвета. Ветвление непра-вильное, дихотомическое. Ветви уплощенные, 0.5–1.2 мм шир., 245–370 мкм толщ., с тупыми или язычковидными верхушками. Короткие шиповатые веточки развиваются на краях и на поверхности пластины. Тетраспорангии крестообразно или не-правильно крестообразно разделенные, овальные (17.5–20×20–22 мкм), погруженные в корковый слой, разбросаны по всему слоевищу. Цистокарпы оди-ночные или в группах, субсферические, выступаю-щие над поверхностью слоевища (450–600×680–770 мкм), с перетяжкой в основании. Талломы прикре-пляются к камням, гальке и мертвым кораллам ма-ленькой дисковидной подошвой. Растет в нижней литоральной и в верхней сублиторальной зонах, в защищенных от волн местах.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропиче-ские воды Индийского и Тихого океанов. Вид обык-ный для Китая, Вьетнама, Филиппин.</p>

<i>Gracilaria tenuistipitata</i> C.F. Chang & B.M. Xia	Грацилярия тонконожка
--	------------------------------



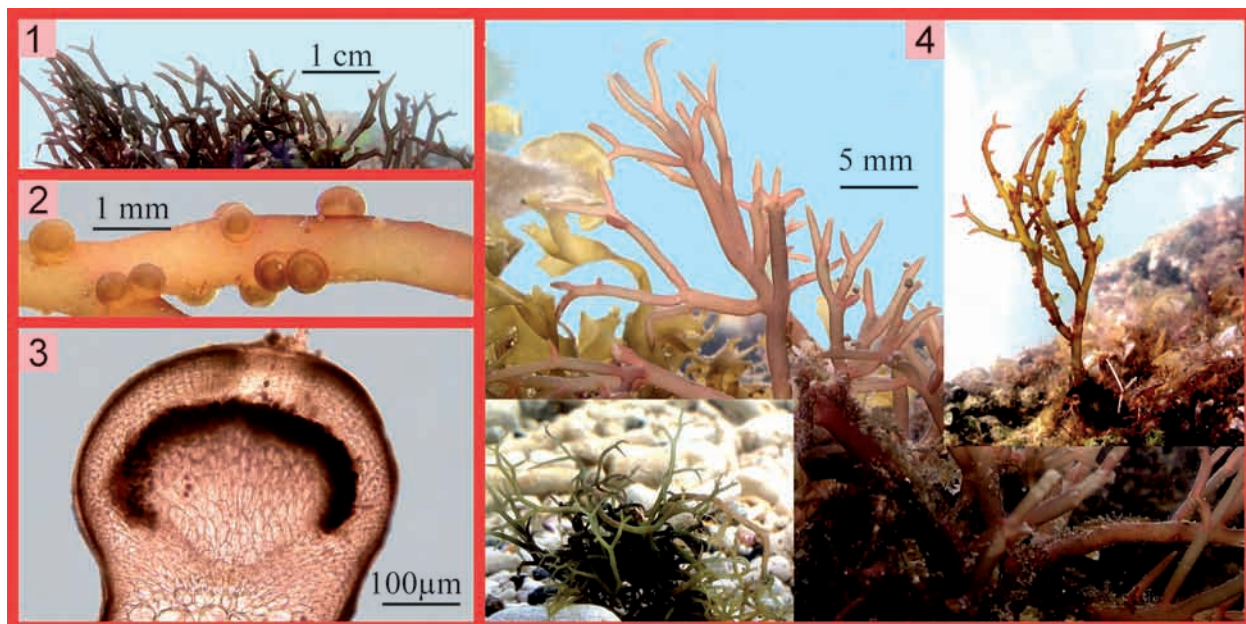
1. Habit. 2. Cultivation of <i>Gracilaria tenuistipitata</i> in O Lan Lagoon (Phu Yen Province, Vietnam). Insert: Habit.	1. Внешний вид. 2. Выращивание <i>Gracilaria tenuistipitata</i> в лагуне О Лан (Провинция Фу Йен, Вьетнам). Вставка: внешний вид растений.
<p>Thallus delicate, slender near the base, solitary or aggregate, caespitose, cartilaginous, 20–50 cm high, greenish-brown to dark brown or purple. Main axes cylindrical (0.4–1.0 mm in diam.). Branching alternate with one to four orders of elongate branches. Branches and branchlets sparse or abundant, cylindrical, nonconstricted basally, gradually tapering to acute tips. Terasporangia ovoid in transverse section, embedded in the cortex, cruciately divided, 20–30×30–45 mm. Cystocarps spherical, markedly rostrate and constricted at the base, 0.4–1.0 mm high, 0.6–1.2 mm in diam. Attachment by small disc-like holdfast. Growing on dead corals, gravel, shells, in the intertidal zone.</p> <p><i>Distribution.</i> In subtropical and tropical seas of Pacific Ocean. Common in China, Japan, Vietnam, Thailand, Malaysia.</p>	<p>Слоевище изящное, тонкое у основания, одиночное или скученное, дернистое, хрящеватое, 20–50 см выс., от зеленовато-бурого до темно-бурого или пурпурного цвета. Главные ветви цилиндрические (0.4–1.0 мм в диам.). Ветвление очередное (от 1 до 4 порядков), скудное или обильное. Ветви и веточки цилиндрические, без перетяжек в основании, постепенно сужающиеся к острым верхушкам. Тетраспорангии продолговатые (на поперечном разрезе), крестообразно разделенные, 20–30×30–45 мкм, погружены в коровой слой клеток. Цистокарпы сферические, выступающие над поверхностью слоевища, с заметным рострумом и с перетяжкой в основании, 0.4–1.0 мм выс., 0.6–1.2 мм в диам. Растения прикрепляются к субстрату (мертвые кораллы, гравий, ракушечник) маленькой дисковидной подошвой. Растет в литоральной зоне, предпочитая соленоватую воду.</p> <p><i>Распространение.</i> В субтропических и тропических водах Тихого океана. Вид обычен в Китае, Японии, Вьетнаме, Таиланде, Малайзии.</p>

<i>Gracilaria vermiculophylla</i> [= <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss]	Грацилярия червеобразнолистная
--	---------------------------------------



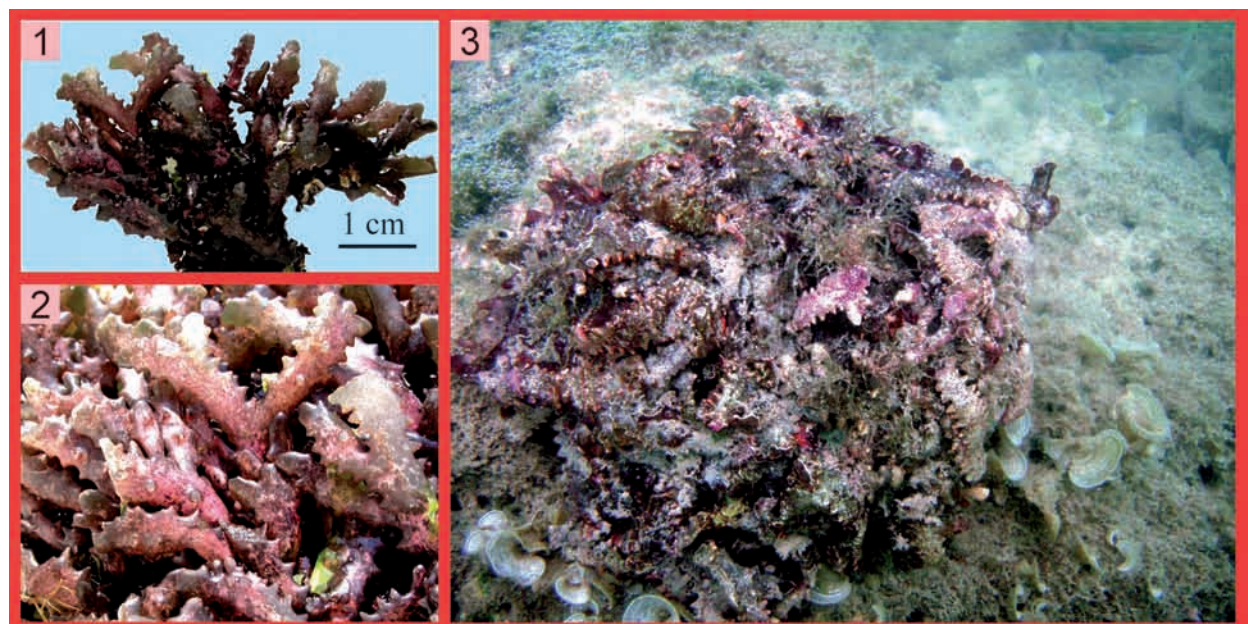
<p>1. Fragment with cystocarps. 2. Cultivation of unattached form of <i>Gracilaria vermiculophylla</i> (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Insert: Habit.</p>	<p>1. Фрагмент растения с цистокарпами 2. Культивирование неприкрепленной формы <i>Gracilaria vermiculophylla</i> (зал. Петра Великого, Японское море, Россия). Вставка: внешний вид.</p>
<p>Thallus solitary or aggregate, caespitose, cartilaginous, 25–50 (–100) cm high, greenish, pale brown to dark brown or purple. Main axes cylindrical (1.5–2.0 mm in diam.). Branching irregular alternate, unilateral or sometimes subdichotomous. Branches and branchlets of similar structure, sparse or abundant, cylindrical, tapering to the base and acute tips, slightly constricted or non-constricted basally. Tetrangia pseudocruciate and tetrahedrally divided, 23–40×30–70 mm, embedded in cortex. Cystocarps hemispherical to globose, with small rostrum or non-rostrate, slightly constricted or non-constricted at the base, 1.0–1.3×0.8–1.0 mm, projecting, scattered over the thallus. Attachment by small disc-like holdfast. Growing on muddy bottom (unattached form), on sandy bottom with stones (attached form), low intertidal, upper subtidal.</p> <p><i>Distribution.</i> In temperate, subtropical and tropical latitudes of Pacific Ocean. The species is cultivated in China, Vietnam.</p>	<p>Слоевище одиночное или скученное, дернистое, хрящеватое, 25–50 (–100) см выс., зеленоватого, бледно-, темно-бурого или пурпурного цвета. Главные ветви цилиндрические (1.5–2.0 мм в диам.). Ветвление неправильно поочередное, одностороннее или иногда субдихотомическое. Ветви и веточки одинакового строения, цилиндрические, сужающиеся к основанию и острым верхушкам, слегка сжаты (или не сжаты) у основания. Ветвление скудное или обильное. Тетраспорангии ложнокрестообразно и тетраэдрически разделенные, 23–40×30–70 мкм, погруженные в коровой слой клеток. Цистокарпы полусферические, сферические, с небольшим рострумом или без него и со слабой перетяжкой в основании (или без нее), 1.0–1.3×0.8–1.0 мкм, выступающие, разбросаны по всему слоевищу. Растет на илистом (неприкрепленная форма), на песчаном с камнями грунте (прикрепленная форма), в нижней литорали</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных до тропических широт Тихого океана. Вид культивируют в Китае и Вьетнаме.</p>

<p><i>Hydropuntia edulis</i> (S.G. Gmelin) Gurgel & Fredericq [= <i>Gracilaria edulis</i>] (S.G. Gmelin) P.C. Silva</p>	<p>Гидропунция съедобная</p>
---	-------------------------------------



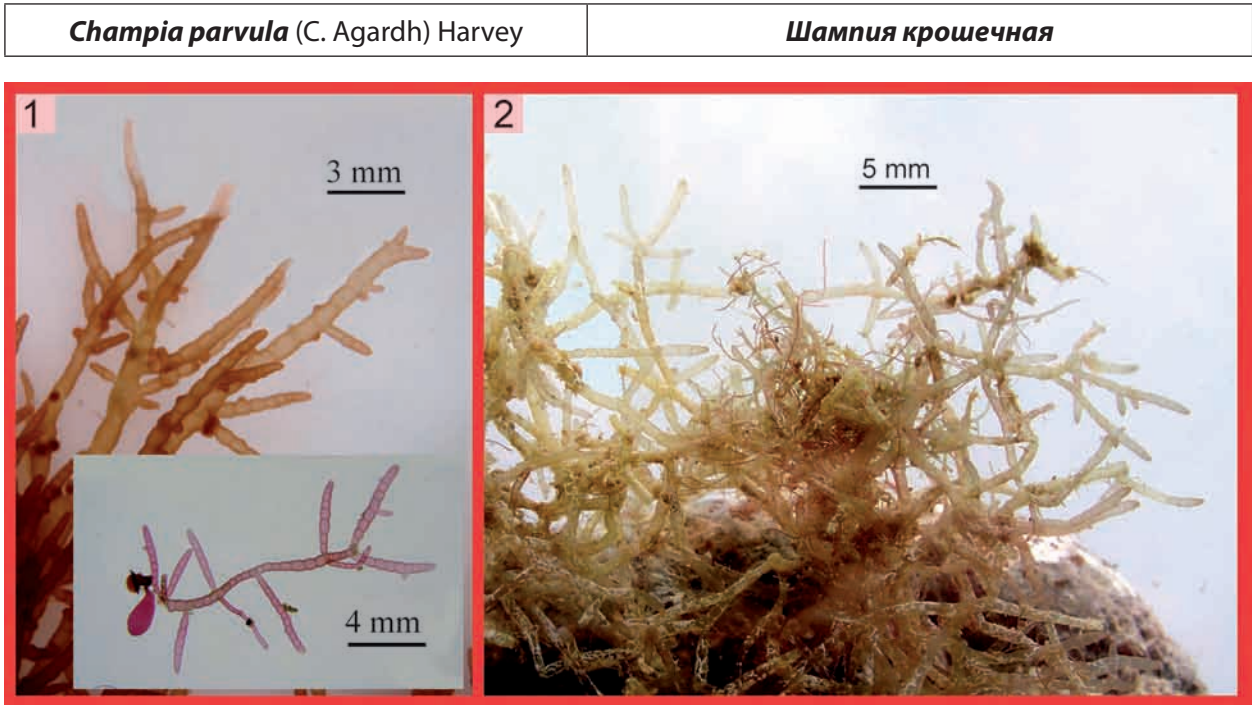
<p>1. Upper portion showing bifurcate tips. 2. Fragment with cystocarps. 3. Longitudinal section through cystocarp. 4. Habitat (overgrowing the lobster farm constructions at Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Верхние части таллома с раздвоенными верхушками. 2. Фрагмент с цистокарпами. 3. Продольный срез через цистокарп. 4. В аквариуме (из зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus stiff, caespitose, cartilaginous, flexuosus, to 27 cm high, forming loose tufts, greenish-brown, brownish-red. Main axes cylindrical (1.0–1.5 (–2.0) mm in diam.). Branching abundant, basically irregular, sometimes nearly dichotomous or trichotomous, five to seven orders. Branches and branchlets cylindrical, very slightly constricted basally, tapering gradually to acute tips. Branch intervals gradually becoming shorter to bi- or trifurcate apices. Terasporangia oblong, embedded in the cortex, cruciately divided, 15×8 mm. Cystocarps sphaerical, markedly projecting. Attachment by small disc-like holdfast with prostrate axes and secondary discs on branch apices. Growing on dead corals, stones, shells, in tidepools, intertidal and upper subtidal (exposed during low tide), in areas with moderate wave action. Abundant in polluted waters.</p> <p><i>Distribution.</i> In subtropical and tropical seas of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище жесткое, дернистое, хрящеватое, извилистое, до 27 см выс., образующее свободные пучки, зеленовато-бурого или буровато-красного цвета. Главные ветви цилиндрические (1.2–1.5 (–2.0) мм в диам. Ветвление обильное, в основном неправильное, иногда близкое к дихотомическому или трихотомическому (5–7 порядков). Ветви и веточки цилиндрические, слегка сжатые у основания, постепенно сужающиеся к острым верхушкам. Тетраспорангии продолговатые, крестообразно разделенные, размером 15×8 мкм, погруженные в коровой слой клеток. Цистокарпы сферические, выступающие над поверхностью слоевища. Прикрепляется маленькой дисковидной подошвой с распростертыми побегами и вспомогательными дисковидными органами прикрепления на верхушках ветвей. Растет на мертвых кораллах, камнях, ракушечнике в нижней литорали и в верхней сублиторали. Предпочитает загрязненные воды.</p> <p><i>Распространение.</i> В субтропических и тропических морях Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Hydropuntia eucheumatoides</i> (S.G. Gmelin) Gurgel & Fredericq	<i>Гидропунция эухеуматоидная</i>
--	--



1, 2. Plants showing thickened dentate margins. 3. Habitat, upper subtidal (Sanya Bay, Hainan, China).	1, 2. Растения с утолщенными зубчатыми краями. 3. Верхняя сублитораль (зал. Санья, Хайнань, Китай).
<p>Thallus prostrate, forming entangled hemispherical masses or loose tufts, 6–11– (30) cm high, dark purplish, to dark brown with white mottling. Axes compressed, thick and coarse, stiff, Branching irregular, pinnate to dichotomous. Branches 1–3 cm long, 0.5–1.0 cm broad, 2–3.5 mm thick. Margins raised or thickened dentate. Tetrasporangia oval, cruciately divided, imbedded in cortical layer on ventral surface. Cystocarps globose, prominent, to 2 mm in diam., slightly constricted at the base. Pericarp 200–365 μm thick consists of 10–13 layers of oval to spherical cells. Carpospores 20\times25 μm. Attachment by discoid holdfasts and by finger-like haptera from branches at points of contact with substrate. Growing on the upper subtidal dead coral fragments, rocks and pebbles on sandy-muddy bottom in wave exposed areas.</p> <p><i>Distribution.</i> In subtropical and tropical seas of Indian and Pacific Oceans. Common in Japan, China, Vietnam, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище стелющееся, часто полушаровидной формы, 6–11– (30) см выс., от темно-пурпурного до темно-коричневого цвета с белыми пятнышками. Побеги сдавленные, толстые, жесткие, сросшиеся или свободные. Ветвление неправильное, перистое или дихотомическое. Ветви 1–3 см дл., 0.5–1.0 см шир., 2–3.5 мм толщ. Края приподнятые или утолщенно-зубчатые. Тетраспорангии овальные, крестообразно разделенные, погружены в коровой слой на вентральной поверхности таллома. Цистокарпы сферические, выступающие, до 2 мм в диам., слегка сжаты у основания. Перикарп 200–365 мкм толщ. (из 10–13 слоев овальных или сферических клеток). Карпоспоры 20\times25 мкм. Прикрепляется к субстрату дисковидной подошвой и пальцевидными выростами на ветвях (в местах прикосновения к субстрату). Растет в верхней сублиторали на песчано-илистом грунте с мертвыми кораллами, камнями и галькой, в местах подверженных волновому воздействию.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические моря Индийского и Тихого океанов. Вид, обычный для Японии, Китая, Вьетнама, Филиппин, в Австралии, Новой Зеландии, Тихоокеанских островов.</p>

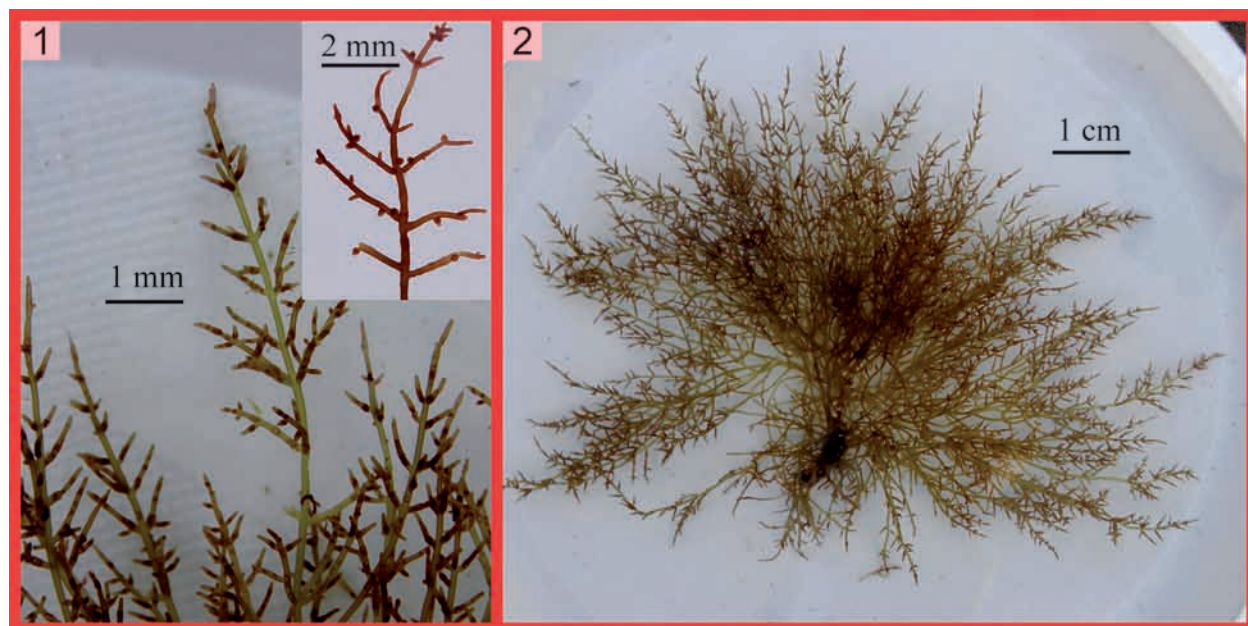
ORDER RHODYMENIALES
FAMILY CHAMPIACEAE



<p>1. Habit of cystocarpic plant. Insert: Filament. 2. In aquarium, plants collected in the upper subtidal zone (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид растения (с цистокарпами). Вставка: ветвь. 2. Растение (в аквариуме), взятое в верхней сублиторали (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus small, 2–3 (–6) cm high, creeping, forming intertwined tufts or dense spherical clumps. Plants soft, gelatinous, translucent, pinkish to pale reddish or greenish. Branching irregularly, opposite, alternate or verticillate. Branches cylindrical to slightly compressed 0.5–1.0 (–2.0) mm diam., segmented, gradually tapering to base and apices. Segments hollow, swollen, barrel-shaped. Joints slightly constricted. Apices obtuse. Tetrasporangia spherical, 55–80 (–100) µm diam., tetrahedrally divided, numerous, forming in the surface cortex of the segments closer to apical portion of branches. Cystocarps spherical, 500–800 µm diam., or urn-shaped, 300–500 (–1500) µm high, to 800 µm diam., scattered, solitary, in pairs or sometimes in groups. Growing on rocks, epiphytic, in low intertidal and in sheltered subtidal.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide in temperate to tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище 2–3 (–6) см выс., стелющееся, образующее пучки из переплетенных ветвей. Растение мягкое, студенистое, полупрозрачное, от розоватого до бледного красноватого или зеленоватого цвета. Ветвление неправильное, супротивное, очередное или мутовчатое. Ветви цилиндрические или слегка сжатые, 0.5–1.0 (–2.0) мм в диам., постепенно сужающиеся к основанию и верхушке, сегментированные. Сегменты полые, раздутые, бочонковидные, с перегородками на сочленениях. Верхушки тупоконечные. Спорангии сферические, 55–80 (–100) мкм в диам., тетраэдрически разделенные, погружены в коровой слой клеток, расположены в верхней части ветвей. Цистокарпы сферические, 500–800 мкм в диам., или урновидные, 300–500 (–1500) мкм выс. и до 800 мкм в диам., одиночные, в парах или в группах. Растет на камнях или эпифитно, в нижней литорали и в верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных до тропических вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

FAMILY LOMENTARIACEAE

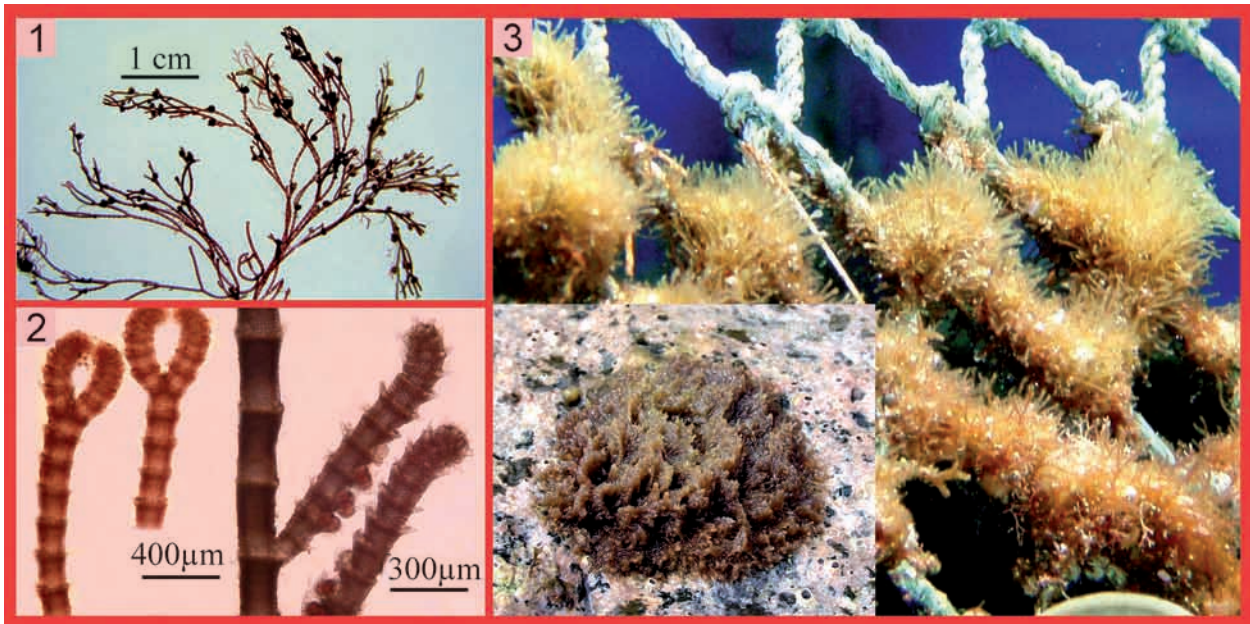
<i>Lomentaria hakodatensis</i> Yendo	Ломентария хакодатская
---	-------------------------------



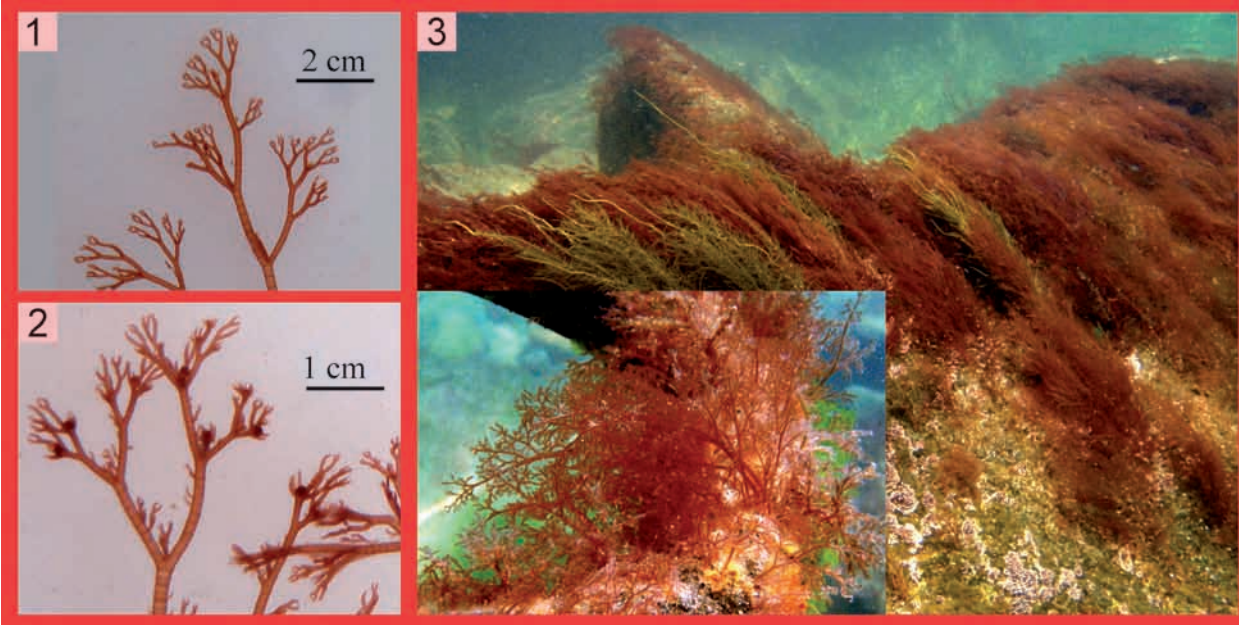
<p>1. Fragment of tetrasporangial thallus. Inset: fragment of cystocarpic thallus. 2. Habit (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Фрагмент тетраспорангиального таллома. Вставка: фрагмент растения с цистокарпами. 2. Внешний вид (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus soft, gelatinous, bushy, (3-) 10–15 cm high, violet-carmine, yellowish-pink to greenish, cylindrical to compressed, hollow, consisting of creeping axes and erect tufts of entangled branches. Branching irregular bipinnate, with branches arranged closely alternately, oppositely or verticillately. Branches of the same order longer at basal portion and becoming shorter to apices and giving to erect axes pyramidal outlines. Branches covered by ultimate (determinate) branchlets slightly constricted at base and with acuminate tips. Tetrasporangia in groups, spherical, 70–100 (–140) μm diam., tetrahedrally divided, develop in swollen ultimate branchlets. Cystocarps conical to urceolate, rostrate, 320–350\times330–380 μm diam. Growing in rocky pools and crevices, in lower intertidal, at sites exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Note.</i> Source of sulfated polysaccharides with anticoagulant properties.</p> <p><i>Распространение.</i> Temperate to tropical waters of Atlantic and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries, in Europe, North America.</p>	<p>Слоевище мягкое, студенистое, кустистое, (3-) 10–15 см выс., фиолетово-карминного, желтовато-розового или зеленоватого цвета, цилиндрическое или сжатое, полое, состоящее из стелющихся побегов и вертикальных пучков запутанных ветвей. Ветвление неправильное, двоякоперистое. Ветви расположены сближенно поочередно, супротивно или мутовчато. В нижней части таллома ветви одного и того же порядка длиннее, чем в верхней, придают растению пирамидальную форму. Ветви покрыты веточками ограниченного роста, с легкими перетяжками в основании и с заостренными верхушками. Тетраспорангии в группах, сферические, 70–100 (–140) μm в диам., тетраэдрически разделенные, развиваются в раздутых конечных веточках. Цистокарпы конические, кувшинчатые, с рострумом, 320–350\times330–380 μm. Растет в литоральных лужах, на побережьях с умеренным и сильным волновым воздействием.</p> <p><i>Примечание.</i> Источник сульфатированных полисахаридов-антикоагулянтов.</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных до тропических широт Атлантического и Тихого океанов.</p>

ORDER CERAMIALES
FAMILY CERAMIACEAE

<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne	<i>Центроцерас булавовидный</i>
---	---------------------------------

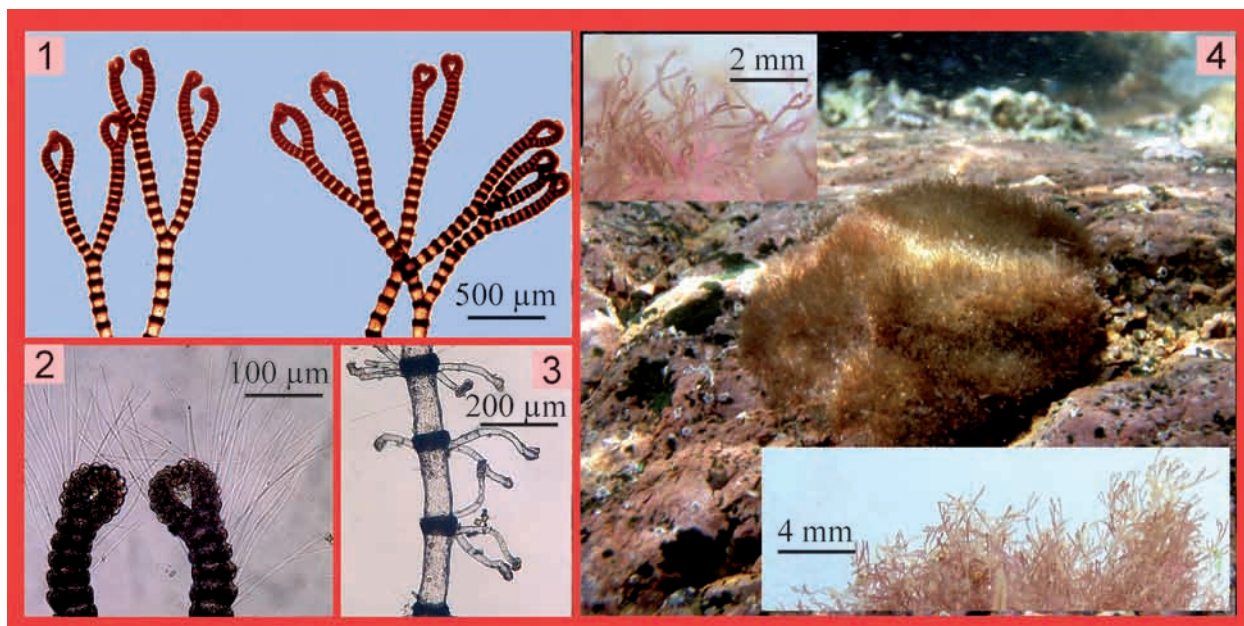


<p>1. Frond with cystocarps. 2. Fragments with incurved branch tips and lateral tetrasporangia. 3. Habitat on net of lobster farm (Nha Trang Bay, Vietnam). Insert: Habitat, middle intertidal (Nha Trang Bay).</p>	<p>1. Растение с цистокарпами. 2. Фрагменты ветвей с загнутыми внутрь верхушками и с тетраспорангиями. 3. На сетке садка фермы по выращиванию омаров в зал. Нячанг. Вставка: средняя литораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thalli stiff, filamentous, forked with slightly curved tips, forming dense entangled tufts or mats, 1–6 cm high. Branching dichotomously, with lateral proliferations. Branches 100–200 μm diam., with distinct alternation of darkly pigmented nodes and lightly pigmented longer internodes shortening to apices. Nodes spiny (12–14 verticillate spines), spines acuminate, two-three celled, deciduous. The internodes completely corticated by longitudinal rows of rectangular cells of uniform length. Tetrasporangia whorled, tetrahedrally divided, or cruciate, thick-walled, 50–60 μm diam. Cystocarps globose 175 x 140 μm, sessile, lateral at nodes, partly surrounded by an involucre of curved filaments consisting of several cortical cells. Growing on rocks, epiphytic on macrophytes at middle intertidal to subtidal habitats.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropics and tropics of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище жесткое, нитчатое, вильчато разветвленное со слегка загнутыми верхушками, образует густые запутанные пучки или маты, 1–6 см выс. Ветвление дихотомическое. Ветви 100–200 мкм в диам., с чередованием сильно пигментированных поясков и слабо пигментированных междоузлий, укорачивающихся к верхушкам. Узлы (пояски) шиповатые (12–14 шипов в мутовке), шипы заостренные, 2–3-клеточные. Междоузлия покрыты кортикальными прямоугольными клетками. Тетраспорангии в мутовках, тетраэдрически или крестообразно разделенные, толстостенные, 50–60 мкм в диам. Цистокарпы шаровидные, (175×140 мкм), сидячие, латеральные, частично окружены оберткой из коровых клеток. Растет на твердом грунте в литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В субтропической и тропической зонах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Ceramium kondoi</i> Yendo	Церамиум Кондо
	
<p>1. Upper portion of branch. 2. Fragment of cystocarpic plant. 3. Habitat, on rocks in upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Верхняя часть ветви. 2. Фрагмент с цистокарпами. 3. На скалах в верхней сублиторальной зоне зал. Петра Великого (Японское море, Россия).</p>
<p>Thalli filamentous, dark red, 10–30 cm high, soft, slightly cartilaginous, bushy, forming entangled masses. Branching di-, tri-, tetra- to 2 mm diam., consisting of uniseriate barrel-shaped cells, densely corticated throughout. Branches and branchlets tapering towards apices. Branches covered with lateral branchlets. Apices of branches forcipated, or straight. Tetrasporangia spherical, tetrahedrally, or cruciately divided, 45–60 µm diam, imbedded in nodal cortex, or scattered over the thallus. Cystocarps lateral, sessile, on branches and branchlets, 60–100×140–600 µm, with 4–5 involucre branchlets. Growing on rocky, stony and silt-sandy with pebbles substrate, epiphytic on macroalgae, in low intertidal, upper subtidal, in sheltered, moderate exposed and exposed to wave action.</p> <p><i>Note.</i> Use as antimicrobial.</p> <p><i>Distribution.</i> Asian, low-boreal-subtropical species. Bering, Okhotsk Seas, Sea of Japan, Yellow Sea.</p>	<p>Слоевище нитевидное, темно-красного цвета, 10–30 см выс., мягкое, слегка хрящеватое, кустистое. Ветвление ди-, три-, тетрахомическое, очередное, с побочными веточками (или без них). Главные побеги и ветви до 2 мм в диам., состоящие из однорядных, бочонковидных клеток, покрытых плотной корой. Ветви и веточки сужаются к верхушкам. Верхушки ветвей вильчатые, с загнутыми внутрь или прямыми веточками. Тетраспорангии сферические, тетраэдрические, крестообразно разделенные, 45–60 мкм в диам., погруженные в коровой слой клеток или разбросаны по слоевищу. Цистокарпы сидячие, 60–100×140–600 мкм, расположены сбоку ветвей и веточек, окружены оберткой из 4–5 веточек последних порядков. Растет на скальных, каменистых и илисто-песчаных с камнями и галькой грунтах, эпифитно на макроводорослях, в нижней литорали и верхней сублиторали, в защищенных, полузащищенных и открытых участках побережья.</p> <p><i>Распространение.</i> Азиатский низкобореально-субтропический вид. В Беринговом, Охотском, Японском и Желтом морях.</p>

Ceramium macilentum J. Agardh

Церамиум тощий



1. The upper portion of branches with circinate tips. 2. Tips with slender hairs. 3. Prostrate axis with rhizoids. 4. Natural habitat, low intertidal (Nhatrang Bay, Vietnam). Insert: habit.

1. Верхние части ветвей с закрученными верхушками. 2. Верхушки с тонкими волосками. 3. Стелющийся побег с ризоидами. 4. В нижней литорали зал. Нячанг (Вьетнам). Вставка: внешний вид.

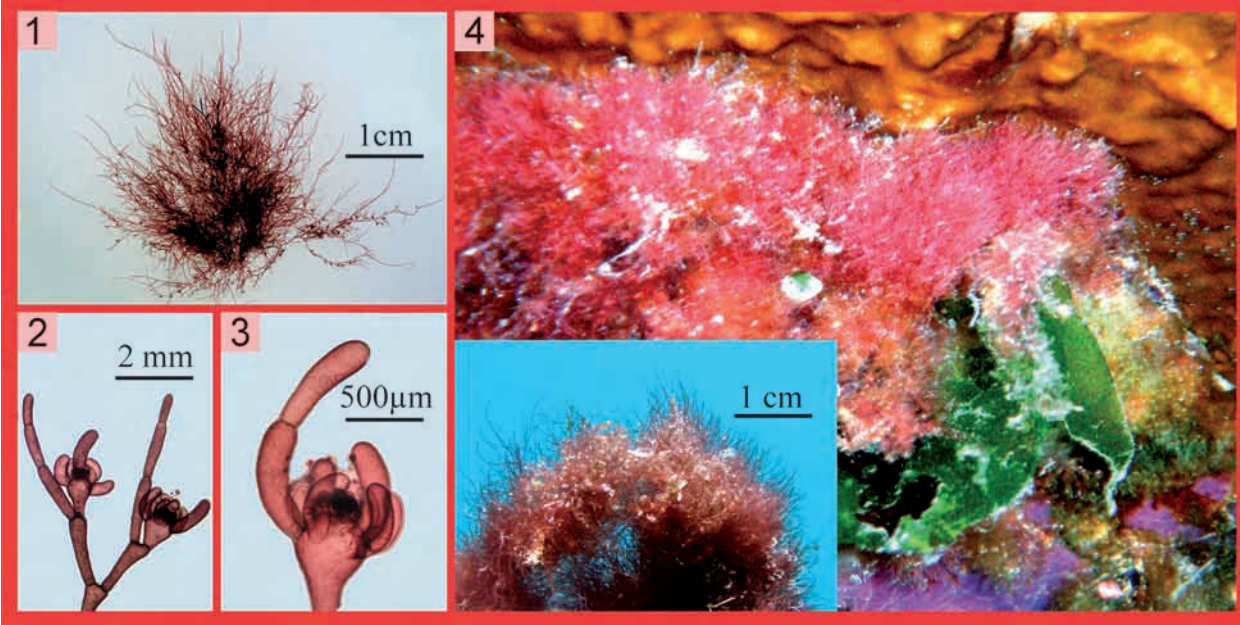
Thallus filamentous, to 2 cm high, dark red, initially creeping, giving rise to erect branches. Erect filaments 90–100 (–150) µm diam. Branching regular dichotomous, pseudo-dichotomous. Cortical nodes (25–35 µm long) consist of three bands of large (12.5–25 µm) angular cells in the middle and small (7 µm) angular cells above and below. Internodes 100–150 µm long at the lower portion and shortening to 45 µm long at upper. Branch tips circinate, inwardly curved. Rhizoids issuing from nodes of creeping axis, 1–3 rhizoids from each node, 12–15 µm diam., two-celled, ending into blunt or disc-like attachment. Tetrasporangia born abaxially, 1–3 per node, tetrahedrally divided, spherical or subspherical 35–40 (–50) µm diam. surrounded by involucres. Growing on rocks, epiphytic in the upper intertidal to shallow subtidal zones.

Note. Potential as antimicrobial and antifungal.

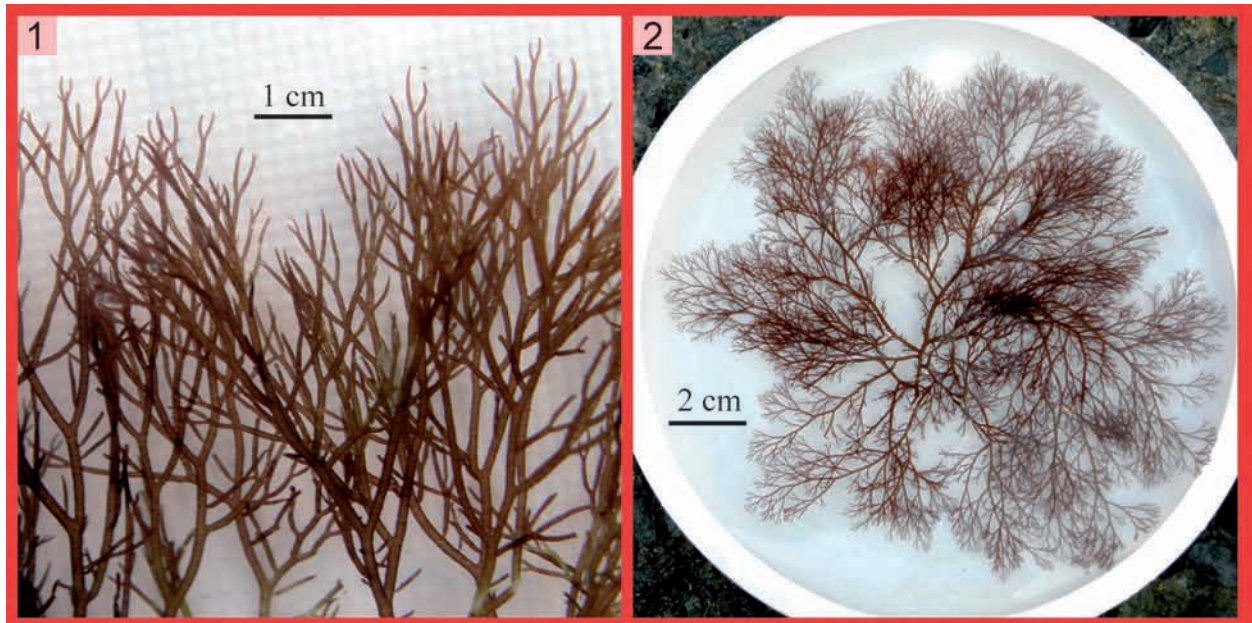
Распространение. Tropical and subtropical seas of Indian and Pacific Oceans.

Слоевище нитчатое, до 2 см выс., темно-красное, первоначально стелющееся, с вертикальными ветвями (нитями) 90–100 (–150) мкм в диам. Ветвление правильное дихотомическое или ложнодихотомическое. Кортикальные пояски (25–35 мкм дл.) состоят из больших (12.5–25 мкм в диам.) угловатых клеток в середине и маленьких (7 мкм в диам.) клеток по обеим сторонам. Междоузлия 100–150 мкм дл. в нижней части и уменьшающиеся в длину до 45 мкм в верхней части. Верхушки ветвей закручены внутрь. Ризоиды 2-клеточные (12–15 мкм в диам.), исходят из кортикальных поясков стелющихся побегов (1–3 ризоида из каждого пояска), с тупыми или дисковидными прицепками. Тетраспорангии абаксиальные, 1–3 на каждом пояске, сферические или полусферические, тетраэдрически разделенные, 35–40 (–50) мкм в диам., окружены обвертками. Растет на скалах, камнях и эпифитно в литоральной и в верхнесублиторальной зонах.

Распространение. Тропические и субтропические моря Индийского и Тихого океанов.

<i>Griffithsia japonica</i> Okamura	Гриффитзия японская
	
<p>1. Habit. 2, 3. Branchlets with tetrasporangia protected by involucral cells. 4. Habitat (on plastic barrel of farm construction for Lobster cultivation, Mot Island, Nhatrang Bay, Viet Nam).</p> <p>Thallus soft, gelatinous, small, 1–4 (–6.5) cm high, consisting of monosiphonous filaments, forming intertwined tufts or turf-like cushions, bright rose-red to purple. Branching dichotomous or subdichotomous in one plane, in the upper portion subdichotomously and partially unilaterally branched. Cells below cylindrical, clavate, ovoid to pear-shaped above, (125) –200–350 (–1200) μm in diam., 3–6 diameters long. Tetrasporangia develop on the top of cells and protected by a ring of large, incurved, sausage-shaped involucral cells. Tetrasporangia spherical (80 μm in diam.) to obovoid, 58–60×75–80 μm, tetrahedrally divided. Cystocarps were not found. Holdfast inconspicuous; lateral fine rhizoids issuing from cells are common.</p> <p>Growing mostly epiphytic on larger algae in low intertidal and upper subtidal.</p> <p><i>Note.</i> Potential as a source of lectins-hemagglutinins.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical seas of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China, Vietnam.</p>	<p>1. Внешний вид растения. 2, 3. Веточки с тетраспорангиями, защищенными покровными клетками. 4. На конструкциях (пластиковая бочка) фермы по выращиванию омаров (зал. Нячанг, о-в Мот, Вьетнам).</p> <p>Слоевище мягкое, студенистое, 1–4 (–6.5) см выс., состоит из моносифонных нитей, формирует переплетенные пучки ветвей или дернины, от яркого розово-красного до пурпурного цвета. Ветвление дихотомическое или субдихотомическое, в одной плоскости. Верхняя часть слоевища разветвлена субдихотомически и частично односторонне. Клетки нитей цилиндрические в нижней части и булавовидные, яйцевидные или грушевидные в верхней части, (125) –200–350 (–1200) мкм в диам., длина клетки равна 3–6 ее диаметрам. Тетраспорангии сферические (80 мкм в диам.) или обратно-яйцевидные (58–60×75–80 мкм), тетраэдрически разделенные; развиваются на верхушке клеток, защищенных кольцом больших согнутых, сосиско-видных покровных клеток. Цистокарпы не были найдены. Подошва незаметная; обычны тонкие боковые ризоиды. Растет в основном эпифитно на крупных водорослях в нижней литорали и в верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические моря Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: в Японии, Корее, Китае, Вьетнаме.</p>

<i>Campylaephora crassa</i> (Okamura) Nakamura	<i>Кампилефора толстая</i>
--	-----------------------------------

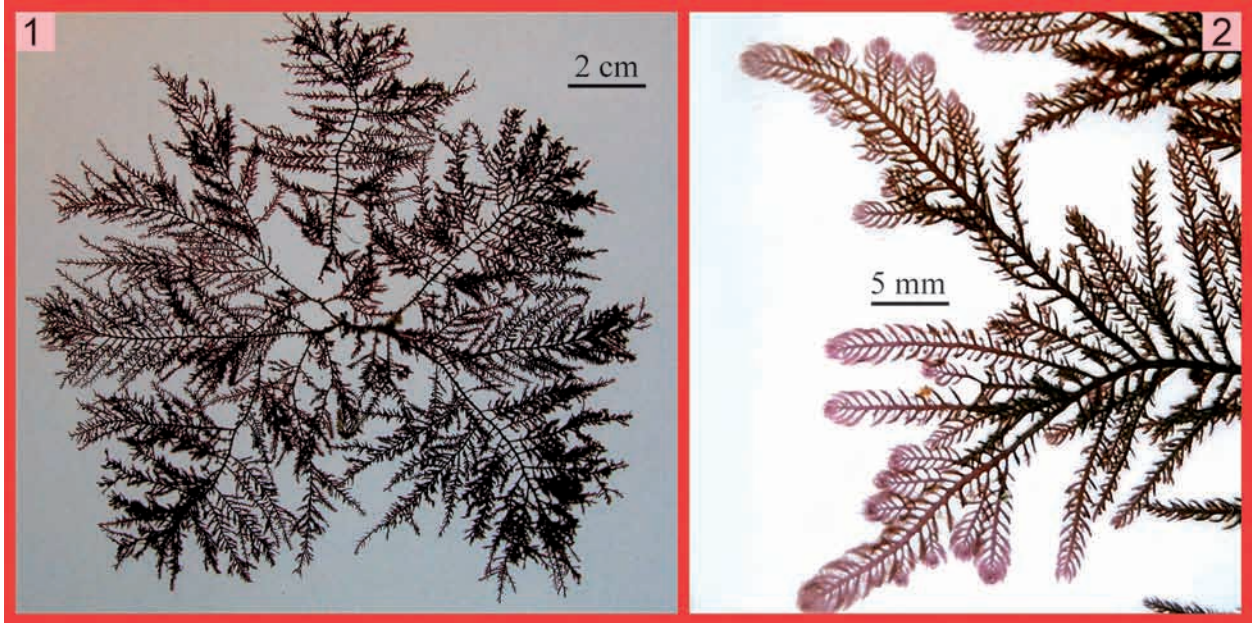


<p>1. Fragment showing straight branches in the upper part. 2. Habit. Russia, Peter the Great Bay.</p>	<p>1. Фрагмент с прямыми ветвями в верхней части растения. 2. Внешний вид растения (из зал. Петра Великого, Россия).</p>
<p>Thalli bushy, filamentous, soft, cartilaginous, 10–25 cm high, dark red, red-brown or violet-crimson. Branching dichotomously (regular or irregular), in one plane, bilateral or alternate. Main axes and branches to 3 mm diam., consisting of uniseriate barrel-shaped cells, completely covered with pigmented small-celled cortex. Branches covered with numerous lateral, simple or forked branchlets. Ultimate portions of branches straight, forked near apices. Apices straight or slightly incurved. Tetrasporangia imbedded in cortical layer, spherical, tetrahedrally divided, or cruciate, to 100 µm diam., scattered over thallus. Cystocarps spherical to 500 µm, at lateral branchlets, with 4–5 involucre branchlets. Holdfast conical disc-like, 1–2 mm diam. Growing on rocky, stony and sandy-gravel substrate in low intertidal, upper subtidal, epiphytic on <i>Sargassum pallidum</i>, <i>Grateloupia divaricata</i>, <i>Laurencia nipponica</i>, <i>Neorhodomela larix</i>, in sheltered to exposed habitats.</p> <p><i>Distribution.</i> Asian, low-boreal-subtropical species. Pacific Ocean shore, Sea of Japan. Common in China, Japan (is used in diet), Korea and Russia (Sea of Japan).</p>	<p>Слоевище кустистое, нитчатое, мягкое, хрящеватое, 10–25 см выс., темно-красного, коричнево-красного или фиолетово-карминного цвета. Ветвление дихотомическое (правильное или неправильное) в одной плоскости, двустороннее или очередное. Главные побеги и ветви до 3 мм в диам., состоят из однорядных бочонковидных клеток, полностью покрытых мелкоклеточной (пигментированной) корой. Конечные части ветвей прямые, вильчатые у верхушек, с прямыми или слегка загнутыми внутрь веточками. Ветви покрыты многочисленными простыми или разветвленными адвентивными веточками. Тетраспорангии сферические, тетраэдрически или крестообразно разделенные, до 100 мкм в диам., погружены в коровой слой клеток. Цистокарпы сферические, до 500 мкм в диам., располагаются на боковых веточках, окружены оберткой из 4–5 веточек. Подошва коническо-дисковидная. Растет на скальных, каменистых и песчано-гравийных грунтах в нижней литорали, верхней сублиторали и эпифитно.</p> <p><i>Распространение.</i> Вид обычен в Китае, Японии (используется в пищу), Корее, России (Японское море).</p>

<i>Campylaephora hypnaeoides</i> J. Agardh	Кампилефора гипневидная
	
<p>1. Habit. 2. Fragment showing uncinately branched branchlets. 3. Habitat, upper subtidal (Peter Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Внешний вид растения. 2. Фрагмент с крючковатыми веточками. 3. В верхней сублиторали (зал. Петра Великого, Россия).</p>
<p>Thallus bushy, filamentous, 10–20 cm high, soft, slightly cartilaginous, forming entangled masses, dark red and violet-crimson to yellowish. Branching dichotomously (regular or irregular), in all directions. Main axes and branches to 1 mm diam., consisting of uniseriate barrel-shaped cells, completely covered with pigmentated small-celled cortex. Branches and branchlets gradually tapering towards apices (to hair-like). Branches covered with lateral branchlets. Apices of branches more or less forcipated, some ultimate branches become swollen, sickle-shaped or uncinately. Apices straight or slightly incurved. Tetrasporangia near to spherical, imbedded in cortical layer, tetrahedrally divided, or cruciate, to 100×120 µm, scattered over thallus. Cystocarps spherical, with 4–6 involucre branchlets. Holdfast conical disc-like. Growing on stony and silt-sandy with pebbles substrate in low intertidal, upper subtidal, epiphytic on <i>Sargassum</i>, <i>Cystoseira</i> and <i>Coccophora</i>, in sheltered to moderate exposed habitats.</p> <p><i>Distribution.</i> Common in China, Japan, Korea, Russia (Peter Great Bay, Tatar Strait).</p>	<p>Слоевище кустистое, нитчатое, 10–20 см выс., мягкое, слегка хрящеватое, образующее запутанные куртины, темно-красного, фиолетово-карминного или желтоватого цвета. Ветвление дихотомическое во всех направлениях (правильное или неправильное). Главные ветви до 1 мм в диам., состоят из однорядных бочонковидных клеток, полностью покрытых мелкоклеточной (пигментированной) корой. Ветви и веточки постепенно сужаются (до волосовидных) к верхушкам. Верхушки ветвей вильчатые, с загнутыми внутрь веточками, некоторые конечные ветви раздутые, серповидные или крючковидные. Тетраспорангии почти сферические, тетраэдрически или крестообразно разделенные, до 100×120 мкм, погружены в коровой слой клеток, разбросаны по слоевищу. Цистокарпы сферические, окружены оберткой из 4–5 веточек. Растения прикрепляются к грунту коническо-дисковидной подошвой. Растут на каменистых и илисто-песчаных с камнями грунтах или эпифитно в нижней литорали и верхней сублиторали, в защищенных и полузащищенных местах.</p> <p><i>Распространение.</i> Вид обычен в Китае, Японии, Корее, России (Японское море).</p>

ORDER CERAMIALES
FAMILY WRANGELIACEAE

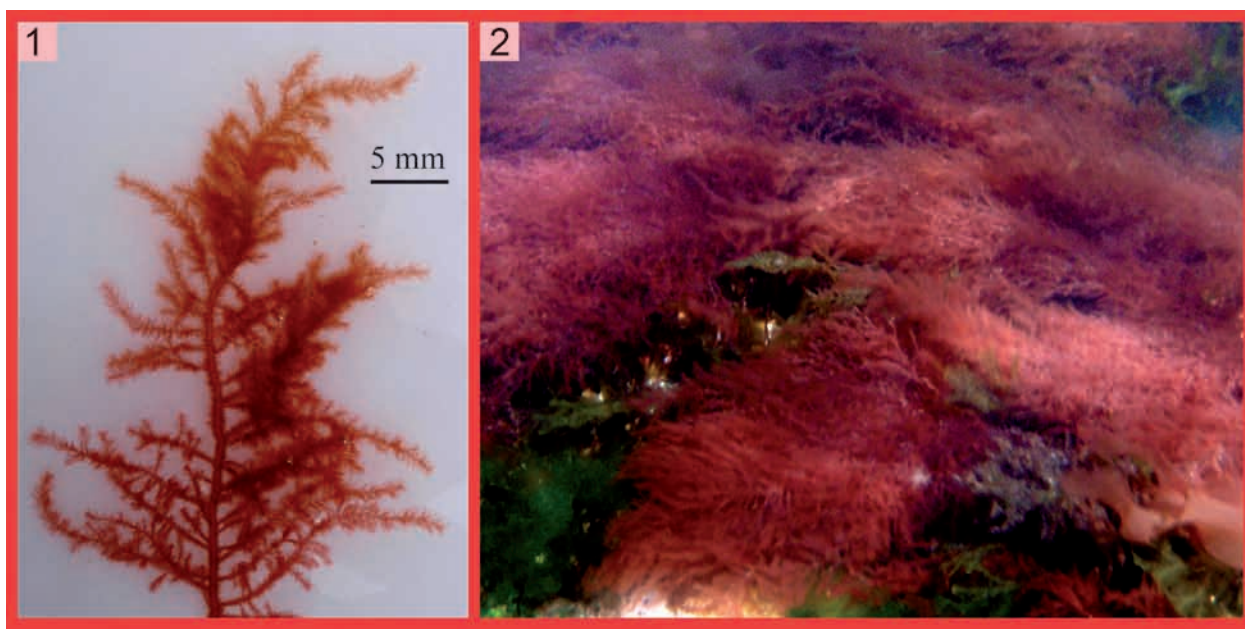
<i>Ptilota filicina</i> J. Agardh	<i>Птилота папоротниковидная</i>
-----------------------------------	----------------------------------



<p>1. Habit. 2. Fragment showing branching pattern. Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Фрагмент, показывающий особенности ветвления (из зал. Петра Великого, Россия).</p>
<p>Thallus bushy, caespitose, gregarious, (5) –20–40 (–60) cm high, violet-carminе or dark-red. Branching in one plane (to five orders), first irregular alternate or lateral and then pinnate. Main axes and branches compressed, flattened and flat (1) –1.5–2 (–3) mm wide, tapering to apices. Branches covered by indeterminate and determinate branchlets that differ in size and shape. Determinate branchlets, 3–5 mm length, flat, lanceolate, leaf-like, serrulate at margins and with acute tips. Indeterminate branchlets shortened or pinnately branched. Tetrasporangia and cystocarps develop on the top of the both indeterminate and determinate branchlets. Attachment by discoid holdfast. Growing on rocky (in sites exposed to strong wave), muddy and muddy-sandy bottom with stones, at low intertidal to subtidal.</p> <p><i>Distribution.</i> Pacific boreal species. Japan, Korea, Russia (Sea of Japan).</p>	<p>Слоевище кустистое, дернистое, скученное, (5) –20–40 (–60) см выс. Ветвление в одной плоскости (до 5 порядков), в первых порядках неправильное очередное или одностороннее, затем перистое. Побеги и ветви вальковатые, уплощенные и плоские, (1) –1.5–2 (–3) мм шир., сужающиеся к верхушкам. Ветви покрыты веточками неограниченного и ограниченного роста разного размера и формы. Веточки ограниченного роста (3–5 см дл.) плоские, ланцетовидные, листочковидные, с зубчатыми краями и заостренными верхушками. Веточки неограниченного роста укороченные или перисто-разветвленные. Тетраспорангии и цистокарпы развиваются на обоих типах веточек. Растения прикрепляются к субстрату дисковидной подошвой. Растут на скалах (в прибойных местах), на илистом, илистопесчаном с камнями грунте в нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Япония, Корея, Россия (Японское море).</p>

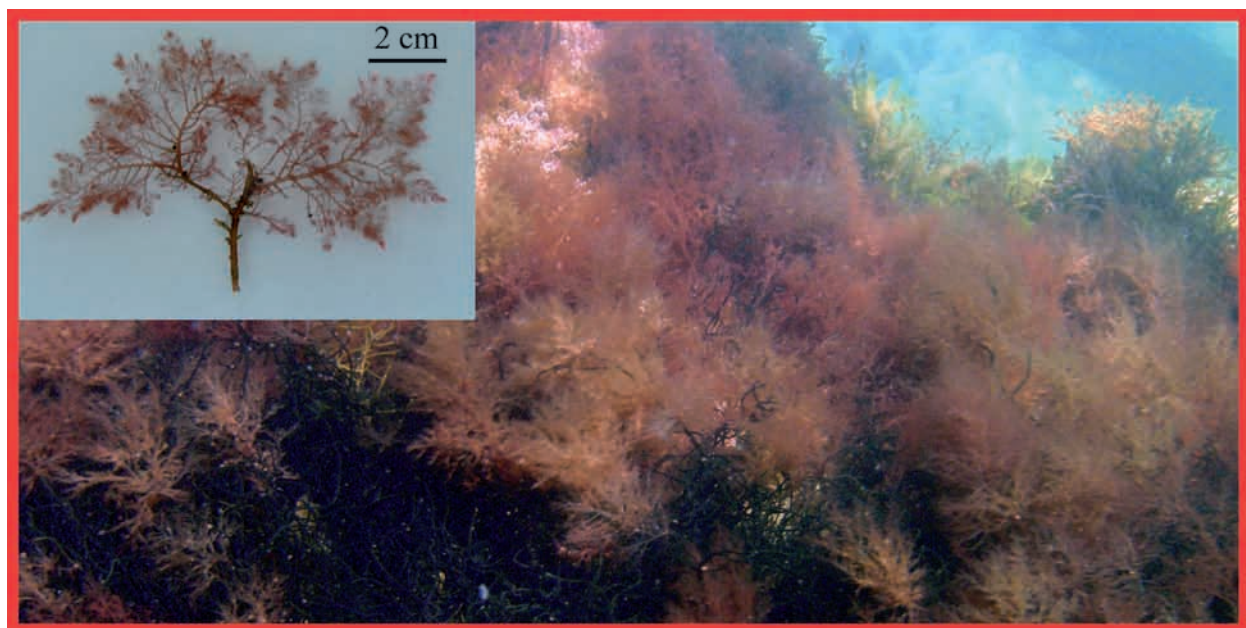
ORDER CERAMIALES
FAMILY DASYACEAE

<i>Dasya sessilis</i> Yamada	<i>Дазия сидячая</i>
------------------------------	----------------------



<p>1. Habit. 2. Habitat at low intertidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Нижняя литораль (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus bush-like, delicate, soft, dark purple-red, branching irregularly alternate, from all sides. Main axes and branches terete, 0.5–1.0 mm thick. Branches densely covered with fine hair-like monosiphonous branchlets to 3 mm long giving to the plant pubescent appearance. In transverse section: central axis with 5 (–4) pericentral cells covered with cortical (long cylindrical, 4×19 µm) cells. Tetrasporangial stichidia cone-shaped, sessile, or sometimes shortly pedicelled, 125–215×750–940 µm, develop from monosiphonous branchlets. Sporangia spherical, 45–60 µm diam., tetrahedrally divided. Holdfast disc-like firmly attached to substrate. Growing on rocky, muddy-sandy bottom with stones, in low intertidal and upper subtidal to 4 m depth, in sheltered and semi-sheltered sites.</p> <p><i>Note.</i> Source of phycoerythrin.</p> <p><i>Distribution.</i> Common at Pacific coast in Japan, Korea, Russia (Sea of Japan), found in France, Portugal and Spain.</p>	<p>Слоевище кустистое, изящное, мягкое, темного пурпурно-красного цвета. Ветвление неправильно поочередное со всех сторон побега. Побеги и ветви вальковатые, 0.5–1.0 мм толщ. Ветви густо покрыты тонкими волосовидными моносифонными веточками до 3 мм дл., придающими растению опушенный вид. На поперечном срезе центральная ось окружена 5 (–4) перицентрными клетками, покрытыми длинными цилиндрическими кортикальными клетками (4×19 мкм). Тетраспорангиальные стихидии конусовидные, сидячие или на короткой ножке, 125–215×750–940 мкм, развиваются из моносифонных веточек. Спорангии сферические, 45–60 мкм в диам., тетраэдрически разделенные. Подошва дисковидная. Растет на скальном, илисто-песчаном с камнями грунте, на мелководье (до 4 м глуб.) защищенных и полузащищенных побережий.</p> <p><i>Примечание.</i> Источник фикоэритрина.</p> <p><i>Распространение.</i> Обычна в Японии, Корее, России (Японское море), на Филиппинах, а также найдена во Франции, Португалии, Испании.</p>

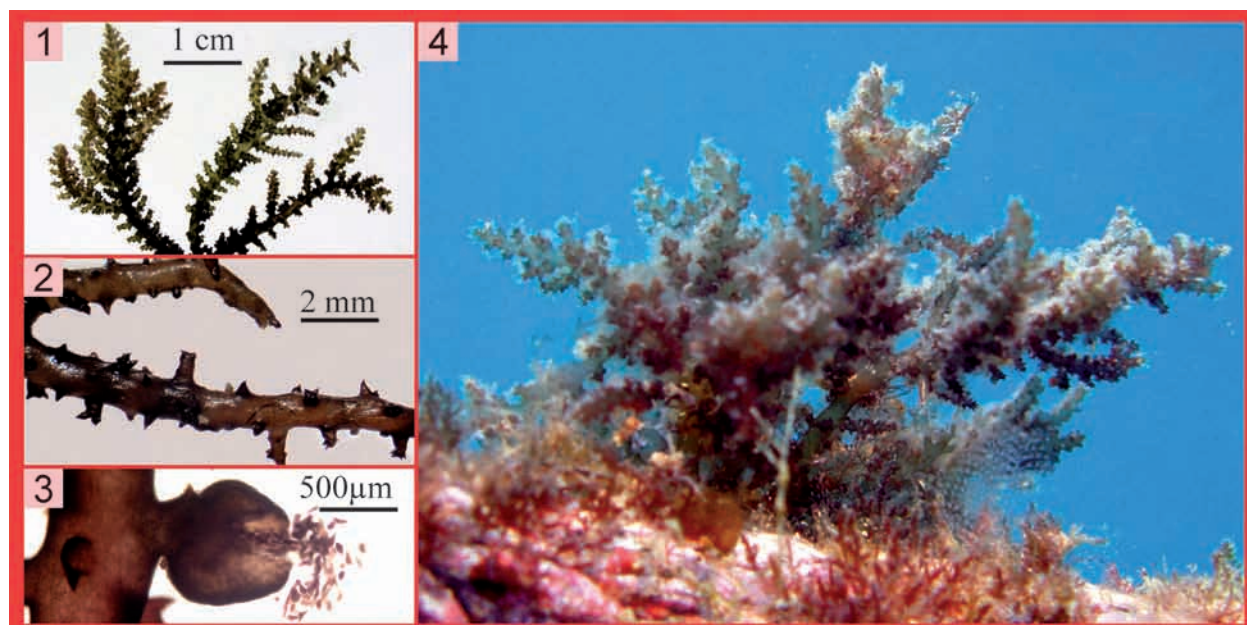
<i>Heterosiphonia japonica</i> Yendo	Гетеросифония японская
--------------------------------------	------------------------



Habitat (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Insert: Habit.	В верхней сублиторали зал. Петра Великого (Японское море, Россия). Вставка: внешний вид растения.
<p>Thallus erect, bushy, 4.5–10 (–20) cm high, with more or less distinct main axis, slightly cartilaginous, 0.5–0.8 (–2) mm thick, dark pinkish-red to violet-carmine. Main axes cylindrical near base, terete above. The axes and branches polysiphonous, composed of 4–5 pericentral cells, corticated. Branching pinnately (3–4 times) in one plane, irregularly alternate. Lateral branchlets subdichotomously branched, fine filamentous, monosiphonous, tapering to apices. Tetrasporangia spherical to oval, to 45 µm in diam., tetrahedrally divided, 4–6 per segment of stichidium. Stichidia widely lanceolate on monosiphonous pedicel with tapering apex, 350–450 µm long, terminal on short branchlets. Cystocarps on monosiphonous pedicle, spherical or oval, to 1 mm in diam., with distinct ostiole. Attachment by a small disc-like holdfast. Growing mostly at 1–3 (–17) m depth on stony, sandy and muddy-sandy bottom in sheltered and semi-sheltered localities and often epiphytic on larger algae.</p> <p><i>Note.</i> Source of R-phycoerythrin.</p> <p><i>Distribution.</i> Low boreal-subtropical species. Atlantic and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China, Russia (Sea of Japan).</p>	<p>Слоевище прямостоячее, кустистое, 4.5–10 (–20) см выс., со слегка хрящеватыми побегами, 0.5–0.8 (–2) мм толщ., темного розовато-красного или фиолетово-карминного цвета. Главные побеги и ветви цилиндрические у основания, выше вальковатые; полисифонные, состоят из 4–5 перичентральных клеток, покрытых корой. Ветвление перистое (3–4 порядка), в одной плоскости, неправильно поочередное. Боковые веточки субдихотомически разветвленные, тонко-нитевидные, моносифонные. Тетраспорангии сферические, овальные, до 45 мкм в диам., тетраэдрически разделенные, по 4–6 в каждом сегменте стихидиума. Стихидии широко ланцетовидные, на моносифонной ножке, сужающиеся к верхушкам, 350–450 мкм дл., развиваются в верхней части коротких веточек. Цистокарпы на моносифонной ножке, сферические или овальные, до 1 мм в диам. Растения прикрепляются к субстрату маленькой дисковидной подошвой. Растут в верхней сублиторали на каменистых, песчаных и илисто-песчаных грунтах, часто эпифитно на крупных водорослях.</p> <p><i>Распространение.</i> Низкобореальный субтропический вид. Атлантический и Тихий океаны. Обычен в странах АТР: Японии, Корее, Китае, России (Японское море).</p>

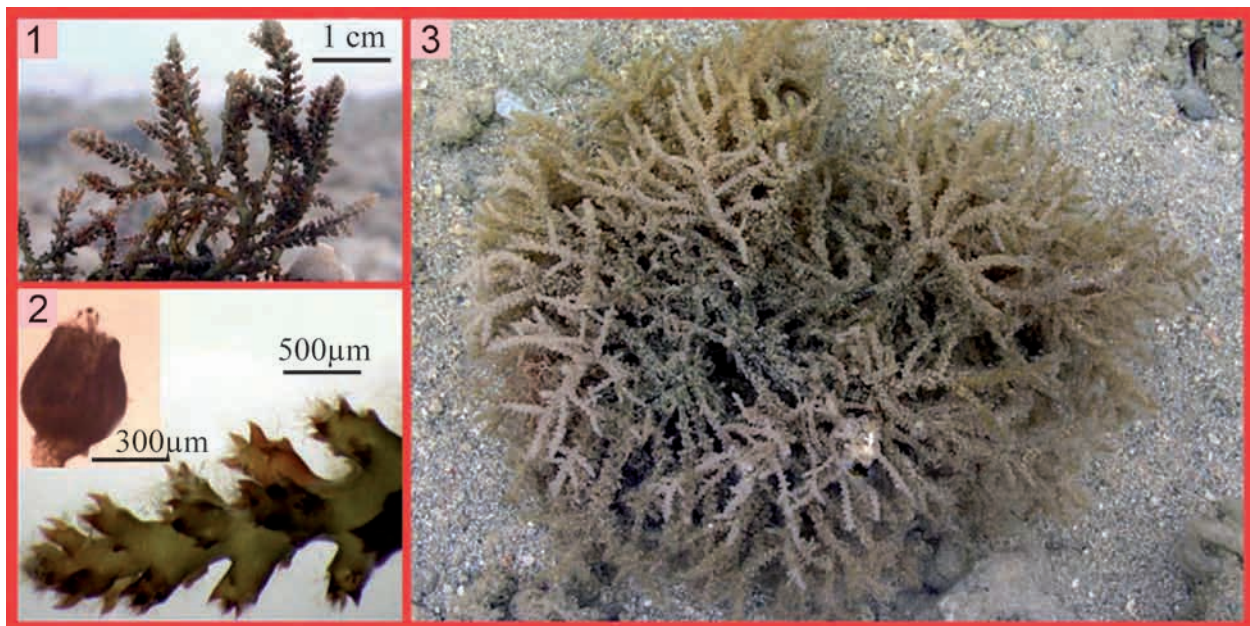
ORDER CERAMIALES
FAMILY RHODOMELACEAE

<i>Acanthophora muscoides</i> (Linnaeus) Bory de Saint-Vincent	<i>Акантофора мохообразная</i>
---	--------------------------------



<p>1. Branching pattern. 2. Fragment with spines on branches and branchlets. 3. Fragment with ripe cystocarp. 4. Plant growing on rope of lobster farm construction (Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Образец ветвления. 2. Фрагмент с шипами на ветвях и веточках. 3. Фрагмент со зрелым цистокарпом. 4. В зал. Нячанг, на канате омаровой фермы (Вьетнам).</p>
<p>Thallus brittle, compact, bushy, cartilaginous, 7.5–18 cm high, dark brown-red, greenish or yellowish, to almost black, branching irregularly, more crowded (near to verticillate) in the upper portions. Main axes cylindrical, to 0.7 (–2.5) mm diam. Short spines present both at main and determinate branches. The determinate branches spirally arranged. Tetrasporangia in very spiny branchlets, tetrahedrally divided, to 90 mm diam. Cystocarps urn-shaped, 0.5–1.0 mm diam., with a large opening at their summit, solitary, on branchlets of the last order or in axes of spines. Holdfast flattened disc-like, irregularly lobed. Growing on rocks, sandy, muddy bottoms with stones and shells, intertidal to subtidal</p> <p><i>Distribution.</i> Atlantic (American coast, Caribbean Islands), Indian Ocean Islands, Pacific Ocean. Common in Japan, Korea, China, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище хрупкое, компактное, кустистое, 7.5–18 см выс., темного буровато-красного, зеленоватого, желтоватого или почти черного цвета. Ветвление неправильное, близкое к мутовчатому в верхних частях талломов. Главные побеги цилиндрические, 0.7 (–2.5) мм в диам. Короткие шипы присутствуют на ветвях и веточках. Тетраспорангии тетраэдрически разделенные, до 90 мкм в диам., развиваются на шиповатых веточках. Цистокарпы бокаловидные, 0.5–1.0 мм в диам., с большим отверстием на вершине, одиночные, развиваются в пазухах шипов веточек последнего порядка. Растения прикрепляются к субстрату сплюснутым, неправильно лопастным диском. Растут на скалах, на илистом, песчаном грунте с камнями, в нижней литорали, в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Атлантический, Индийский и Тихий, океаны. Обычна в Японии, Корее, Китае, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>

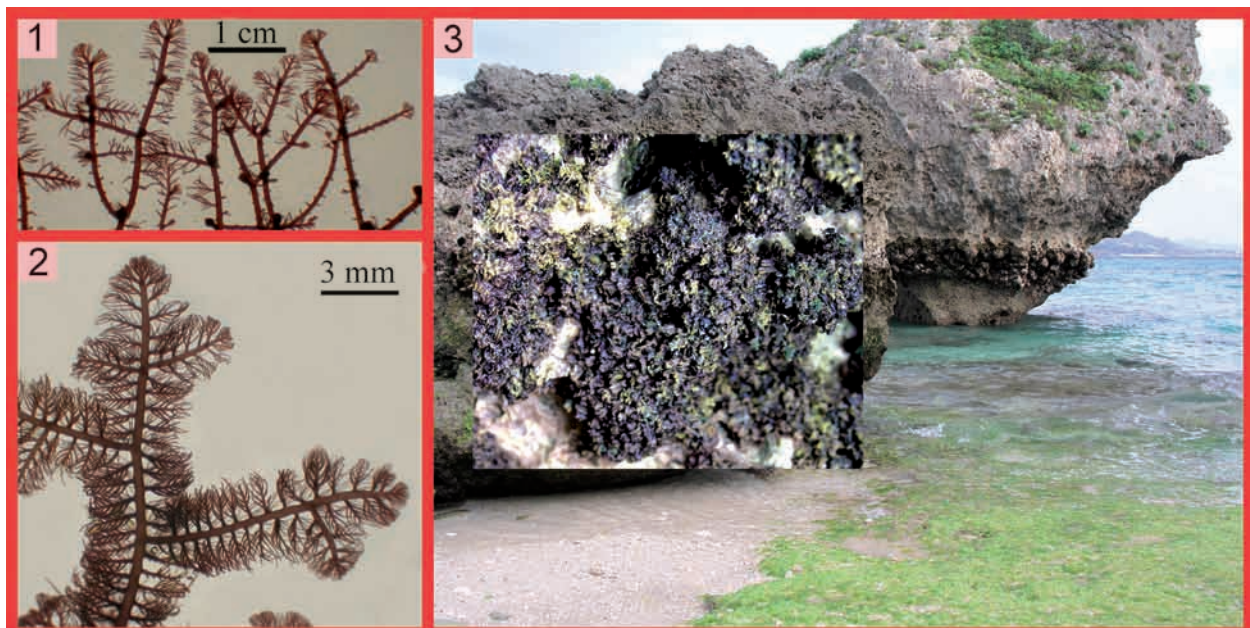
<i>Acanthophora spicifera</i> (M. Vahl) Børgesen	Акантофора колосоносная
---	--------------------------------



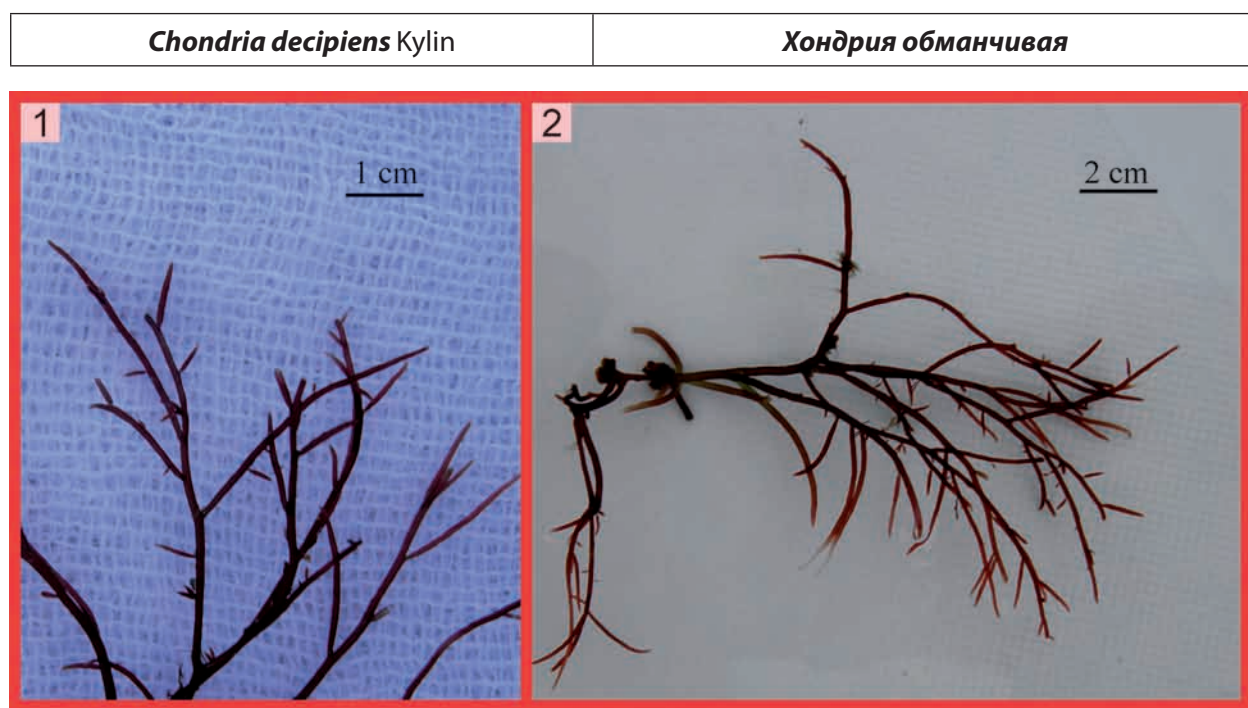
<p>1. Habit. 2. Fragment of branch with spines on branchlets. Insert: Rape cystocarp. 4. Bushy (unattached) plant in intertidal pool (My Hoa, Ninh Thuan Province, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид растения 2. Фрагмент ветви с шипами на веточках. Вставка: зрелый цистокарп. 4. Кустистое (неприкрепленное) растение, в литоральной луже (Ми Хоа, провинция Нинь Туан, Вьетнам).</p>
<p>Thallus brittle, spiny, greenish brown, yellowish to grayish purple sparingly branched or bushy, 8–10 (–25) cm high. Branching irregularly radial. Main axes to 2–3 mm diam. Branches cylindrical throughout, smooth, without spines. Determinate branchlets abundant with short spur-like spines to 0.5 mm long, regularly and spirally arranged along main axes. Tetrasporangia to 50×80 mm, tetrahedrally divided, in swollen, spiny, short branchlets. Spermatangial clusters plate-like. Cystocarps urn-shaped 850 mm long, 790–820 mm diam, develop in axils of spines. Holdfast small, disc-like, irregularly lobed. Growing</p> <p>on rocks and dead coral fragments covered with sand, often in tide pools, intertidal to upper subtidal.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide, tropical and subtropical waters of Pacific, Atlantic, Indian Oceans. In the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище хрупкое, покрыто шипами, зеленовато-бурого, желтоватого или серовато-пурпурного цвета, скудно разветвленное или кустистое, 8–10 (–25) см выс. Ветвление неправильно радиальное. Главные побеги до 2–3 мм в диам. Ветви цилиндрические по всему слоевищу, гладкие, без шипов. Веточки ограниченного роста многочисленные, с короткими шпоровидными шипами до 0.5 мм дл., спирально расположены. Тетраспорангии тетраэдрически разделенные, до 50×80 мкм, образуются в шиповатых коротких раздутых веточках. Цистокарпы бокаловидные, 850 мкм дл., 790–820 мкм в диам., развиваются в пазухах шипов. Растение прикрепляется к субстрату маленьким неправильно лопастным диском. Растет на камнях и мертвых кораллах, покрытых песком и илом, на литорали и в верхней сублиторали, часто в литоральных лужах.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропиках и субтропиках Атлантического, Индийского и Тихого океанов. В странах АТР: Япония, Китай, Вьетнам, Австралия и Новая Зеландия, Тихоокеанские острова.</p>

<p><i>Melanamansia glomerata</i> C. Agardh R.E. Norris</p>	<p>Меланамансия клубковидная</p>
 <p>Figure 1: Portion of thallus showing blade margins. Scale bar: 3 mm.</p> <p>Figure 2: Tetrastichidia developing in marginal branchlets. Scale bar: 1 mm.</p> <p>Figure 3: Tetrastichidia developing in marginal branchlets. Scale bar: 500 μm.</p> <p>Figure 4: Habit growing on mid-intertidal rocks. Scale bar: 5 mm.</p>	
<p>1. Portion of thallus showing blade margins. 2, 3. Tetrastichidia developing in marginal branchlets. 4. Habit growing on mid-intertidal rocks at Cape Ba Lang An (South-China Sea, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент слоевища. 2, 3. Тетраспорангиальные стихидии, развивающиеся в краевых веточках. 4. Внешний вид растения, собранного на скалах в средней литоральной зоне на мысе Ба Ланг Ан (Южно-Китайское море, Вьетнам).</p>
<p>Thallus blade-like, foliaceous, coarse, erect, 3–5 (–10) cm high, brownish red color, coarse, membranous forming thick rosette-like clump on naked, thick, cylindrical or slightly compressed, irregularly branched stalk. Blades linear-lanceolate, strap-shaped, 2–5 mm with a faint midrib disappearing towards the apex. Blade margins serrate. Blade apices and marginal teeth inrolled. Tetrastichidia develop in marginal teeth and in pinnate marginal branchlets. Cystocarp spherical, to 800 μm diam. Attachment by holdfast tightly adhering to rocky substratum. Growing at low intertidal to upper subtidal, at the base of dead corals exposed to strong and moderate wave action.</p> <p><i>Note.</i> Source of sulfated polysaccharides.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Indonesia, Malaysia, Philippines.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, листовидное, грубое, прямостоячее, 3–5 (–10) см выс., буровато-красного цвета, грубое, пленчатое, формирующее розетко-видные пучки на оголенной, толстой, цилиндрической или слегка сжатой, неправильно разветвленной ножке. Пластины линейно-ланцетовидные, 2–5 мм шир., с едва заметным средним ребром, исчезающим к вершине. Края пластины зубчатые. Верхушки пластин и краевые зубцы завернуты внутрь. Тетраспорангиальные стихидии развиваются в зубах и в перисто расположенных веточках по краю пластины. Цистокарп сферический, до 800 мкм в диам. Растения плотно прикрепляются к твердому субстрату. Растут в литоральной зоне, в основании мертвых кораллов, на скалах, камнях, в местах, подверженных сильному и умеренному воздействию волн.</p> <p><i>Примечание.</i> Источник сульфатированных полисахаридов.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Тихого и Индийского океанов. В странах АТР: в Китае, Японии, Вьетнаме, Индонезии, на Филиппинах.</p>

<i>Bostrychia tenella</i> (J.V. Lamouroux) J.Agardh	<i>Бострихия нежноватая</i>
--	------------------------------------

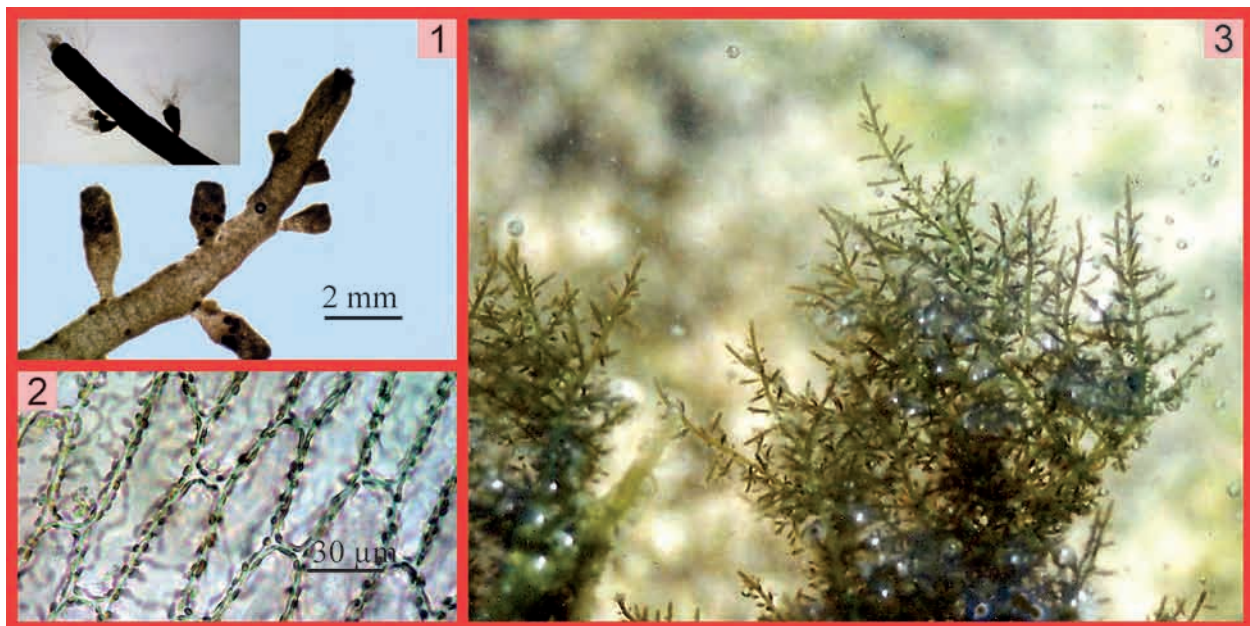


<p>1. Habit. 2. Fragment showing branching pattern. 3. Habitat, in splash zone (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Внешний вид растения. 2. Фрагмент, показывающий особенности ветвления. 3. Растения в супралиторали (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus form dense mats consisting of prostrate and erect axes to 5 cm high, blackish, dark purple or pale yellowish. Erect axes naked below and alternately branching (2–4 times) above. Branchlets pinnate, with incurved apices. Ultimate branchlets terminate into simple or branched monosiphonous filaments. Prostrate axes bear erect axes and dense clusters of rhizoids. The rhizoids develop from ventral cells at many points, tightly adhering to the substratum. Tetrasporangial stichidia linear, to 200 μm width, swollen at branchlet tips. Tetrasporangia spherical, tetrahedrally divided, 30–50 (–70) μm in diam, in linear rows or sometimes scattered. Cystocarps sessile, oval or spherical, to 700 μm in diam., solitary or in pairs, commonly terminal on branchlets.</p> <p>Growing on the upper most intertidal rocks, on vertical walls or sometimes underneath of fossil coral reefs, in semi-sheltered areas, exposed to the sun during low tides.</p> <p>Distribution. Worldwide, tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Водоросли образуют плотные маты, состоящие из стелющихся и вертикальных побегов слоевищ (до 5 см выс.), черноватого, темно-пурпурного или бледно-желтоватого цвета. Вертикальные побеги оголенные в нижней части и поочередно разветвленные (2–4 раза) выше. Ветви перистые, с вогнутыми верхушками. Веточки последнего порядка суживаются до простых или разветвленных моносифонных нитей. Стелющиеся побеги несут плотные пучки ризоидов, исходящих из клеток вентральной поверхности. Тетраспорангиальные стихидии линейные, до 200 мкм шир., раздутые в верхних частях веточек. Тетраспорангии в линейных рядах, сферические, тетраэдрически разделенные, 30–50 (–70) мкм в диам. Цистокарпы сидячие, сферические или овальные, до 700 мкм в поперечнике, одиночные или в парах у верхушек веточек. Водоросли растут на скалах в сублиторали и верхней литорали, на вертикальных или отрицательных склонах фоссильных коралловых рифов полузащищенных участков побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>



<p>1. Fragment of the upper portion of plant. 2. Habit (Russia, Peter the Great Bay, Sea of Japan).</p>	<p>1. Фрагмент верхней части растения. 2. Внешний вид растения из зал. Петра Великого (Россия).</p>
<p>Thallus cartilaginous, coarse, bushy, 10–25 (–35) cm high, dark purple. Branching sparse, irregular: forked at the lower portion of thallus, above alternate, unilateral and sometimes near to verticillate. Branches (4–5 orders) cylindrical, 1.5–2 mm diam., denuded below and covered above by short and long branchlets. Branchlets of the last order linear to fusiforme, sharply constricted at base and tapering to acute tips, 2–10 mm long. Tetrasporangia spherical, (40) –80 (–110) μm diam., tetrahedrally divided, develop in distal portions of branchlets. Cystocarps spherical to urceolate, 0.8–1.0 (–1.5) mm diam., scattered on the branches. Attachment by disc-like holdfast and short creeping stolons above the holdfast. Growing at intertidal and upper subtidal to 3–5 (–10) m depths on rocky, sandy and muddy bottom with pebbles, in sheltered and moderately exposed localities.</p> <p><i>Note.</i> This species is used in folk medicine; anthelmintic.</p> <p><i>Distribution.</i> Atlantic and Pacific Oceans. In the APR countries: China, Japan (Hokkaido), Korea, Russia (Peter the Great Bay, Sakhalin Island).</p>	<p>Слоевище хрящеватое, грубое, кустистое, 10–25 (–35) см выс., темно-пурпурного цвета. Ветвление скудное, неправильное, вильчатое в нижней части растения, выше поочередное, одностороннее, иногда пучковатое. Ветви (4–5 порядков) цилиндрические, 1.5–2 мм в диам., обнаженные в нижней части, выше покрыты короткими и длинными веточками. Веточки последнего порядка (2–10 мм дл.) линейной или веретеновидной формы, сильно сжаты у основания, суживаются к острым верхушкам. Тетраспорангии сферические, тетраэдрически разделенные, (40) –80 (–110) мкм в диам., развиваются в верхних частях веточек. Цистокарпы сферические или кувшинчатые, 0.8–1.0 (–1.5) мм в диам., развиваются на ветвях. Водоросли прикрепляются к субстрату дисковидной подошвой и короткими стелющимися побегами, развивающимися в базальной части, над подошвой. Растут в нижней литорали и в сублиторали, на каменистом, песчаном и илистом с камнями грунте, в защищенных и полужащищенных участках побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> Атлантический и Тихий океаны. В странах АТР: в Китае, Японии (Хоккайдо), Корее, России (зал. Петра Великого, о-в Сахалин).</p>

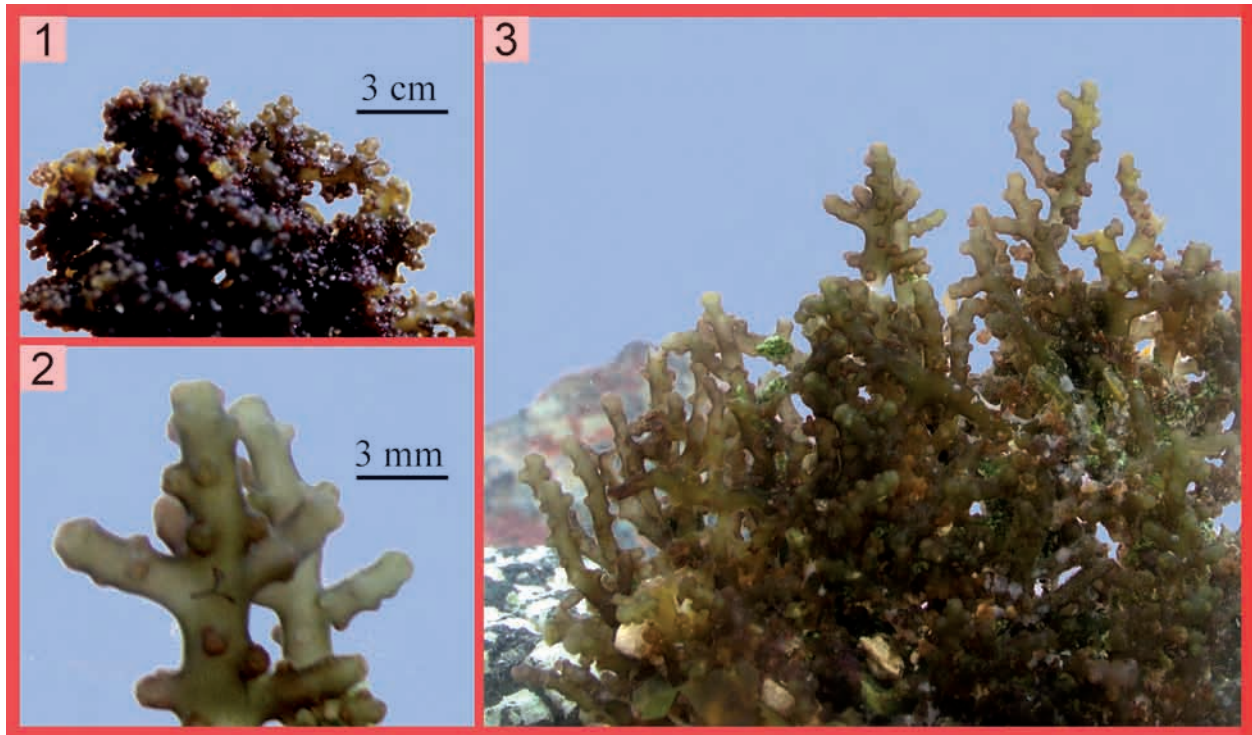
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	Хондрия густолистная
--	-----------------------------



<p>1. Fragment with tetrasporangial branchlets. Insert: Branchlets with apical tufts of trichoblasts. 2. Cells from surface view. 3. Habit (Sea of Japan).</p>	<p>1. Фрагмент с тетраспорангиальными веточками. Вставка: веточки с пучками трихобластов. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Внешний вид растения из зал. Петра Великого (Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus erect, bushy, 4–10 cm high, soft. Branching irregularly alternate, opposite, from all sides. Main axes cylindrical, 1–1.5 mm diam., bearing branches of the second and thirds orders. The branches become shorter toward the upper portions, showing a pyromidal outline. Branchlets to 4 mm long, 200–600 µm diam., cylindrical to cone-shaped, strongly constricted at base, with blunt tips, or sometimes spindle-shaped with attenuate apices. Apical cell in terminal pit and bearing dichotomously branched trichoblasts. Tetrasporangia spherical, tetrahedrally divided, 40×125 (–170) µm diam., forming near branchlet tips. Cystocarps spherical or widely ovoid 400–600 (–1000) µm wide, near branchlet tips. Attachment by discoid holdfast. Growing on rocks, in intertidal pools, in sheltered sites.</p> <p><i>Note.</i> Antimicrobial.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide in temperate and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, кустистое, 4–10 см выс., мягкое. Ветвление неправильно поочередное, супротивное, со всех сторон таллома. Главные побеги цилиндрические, 1–1.5 мм в диам., несут ветви второго и третьего порядков. Ветви в верхних частях растений короче, чем в нижних (пирамидальная форма талломов). Веточки до 4 мм дл., цилиндрические, сильно сжатые у основания, с тупыми верхушками или иногда веретеновидные с вытянутыми верхушками. Апикальные клетки в терминальных ямках несут дихотомически разветвленные трихобласты. Тетраспорангии развиваются у верхушек веточек, сферические, тетраэдрически разделенные, 40×125 (–170) мкм. Цистокарпы сферические или широкоовальные, 400–600 (–1000) мкм шир., также развиваются сбоку веточек. Растения прикрепляются к грунту дисковидной подошвой. Растут на скалах, в литоральных лужах, в защищенных местах.</p> <p><i>Распространение.</i> Всюду, в умеренных и тропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. В странах АТР: Россия, Япония, Корея.</p>

<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh	Дигения простая
 <p>1. Habit. 2. Upper portion of thallus. 3. Natural habitat at low intertidal fringing coral reef of Sesoko Island, (Okinawa, Japan).</p>	 <p>1. Внешний вид слоевища. 2. Верхняя часть таллома. 3. В нижней литорали краевого кораллового рифа о-ва Сесоко (Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus caespitose, wiry, cartilaginous, 8–10 (–20) cm high, pinkish-red, light brownish-red to dark brownish-purple. Branching widely dichotomous at lower portion to irregular above. Branches naked at basal and densely covered with determinate branchlets above. Branches and branchlets cylindrical. Branchlets simple, slender, stiff, 3–5 (–15) mm long, with fine, deciduous hairs near apices. Tetrasporangia develop in the upper swollen part of branchlets, spherical, to 80 µm in diam., tetrahedrally divided. Cystocarps oval, terminal or lateral on branchlets. Attachment by coarse short rhizoids issuing from disc-like haptera. Usually heavily overgrown with epiphytes. Growing on reef flats (dead corals) or rocks at low intertidal to subtidal (up to 30 m deep) in sites exposed to strong and moderate wave action. Commonly thalli densely overgrown by epiphytes.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical seas of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: China, Japan, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище дернистое, жесткое, хрящеватое, 8–10 (–20) см выс., розовато-красного, светлого буровато-красного или темного буровато-пурпурного цвета. Ветвление от широко дихотомического до неправильного. Ветви оголены снизу и плотно покрыты веточками ограниченного роста выше. Ветви и веточки цилиндрические. Веточки простые, тонкие, жесткие, 3–5 (–15) мм дл., с опадающими волосками около верхушек. Тетраспорангии сферические, до 80 мкм в диам., тетраэдрически разделенные, развиваются в верхней части веточек. Цистокарпы овальные, развиваются на верхушках или сбоку веточек. Растения прикрепляются к субстрату грубыми короткими ризоидами, исходящими из дисковидной подошвы. Растут на риф-флете (на мертвых кораллах) или на скалах и камнях в нижней литорали и сублиторали (до 30 м глуб.), в местах с сильной и умеренной волновой активностью. Обычно густо обрастают эпифитами.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические моря Атлантического, Индийского и Тихого океанов. В странах АТР: в Китае, Японии, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>

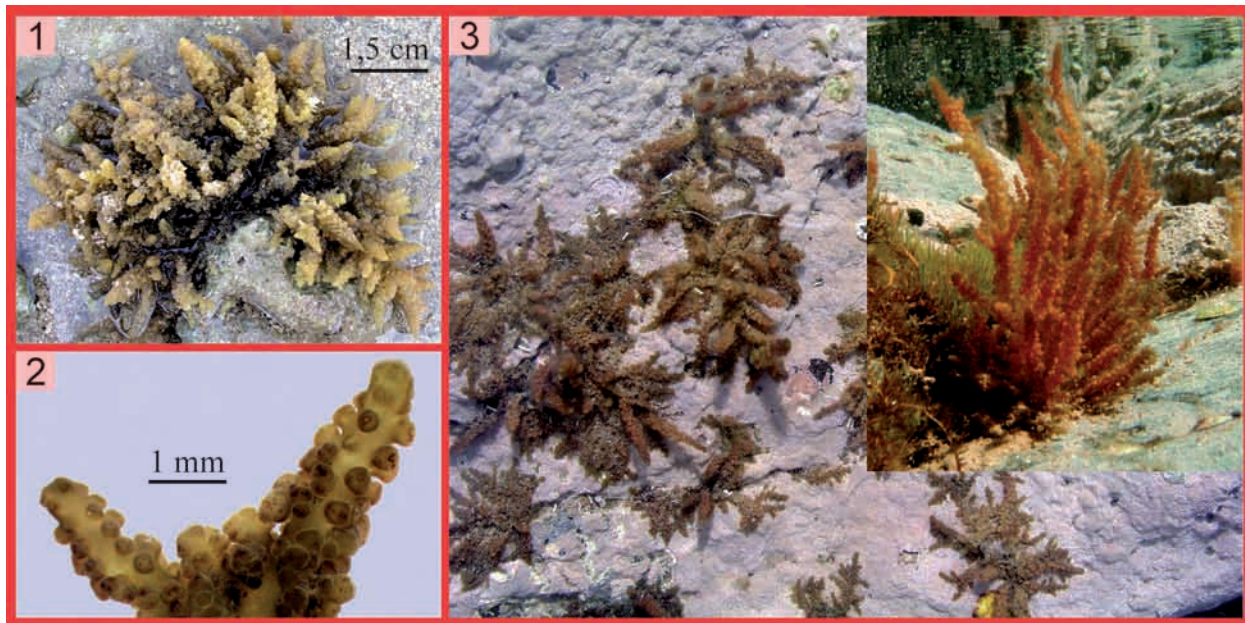
<i>Chondrophycus concretus</i> (A.B. Cribb) K.W. Nam	<i>Хондрофикус сросшийся</i>
--	-------------------------------------



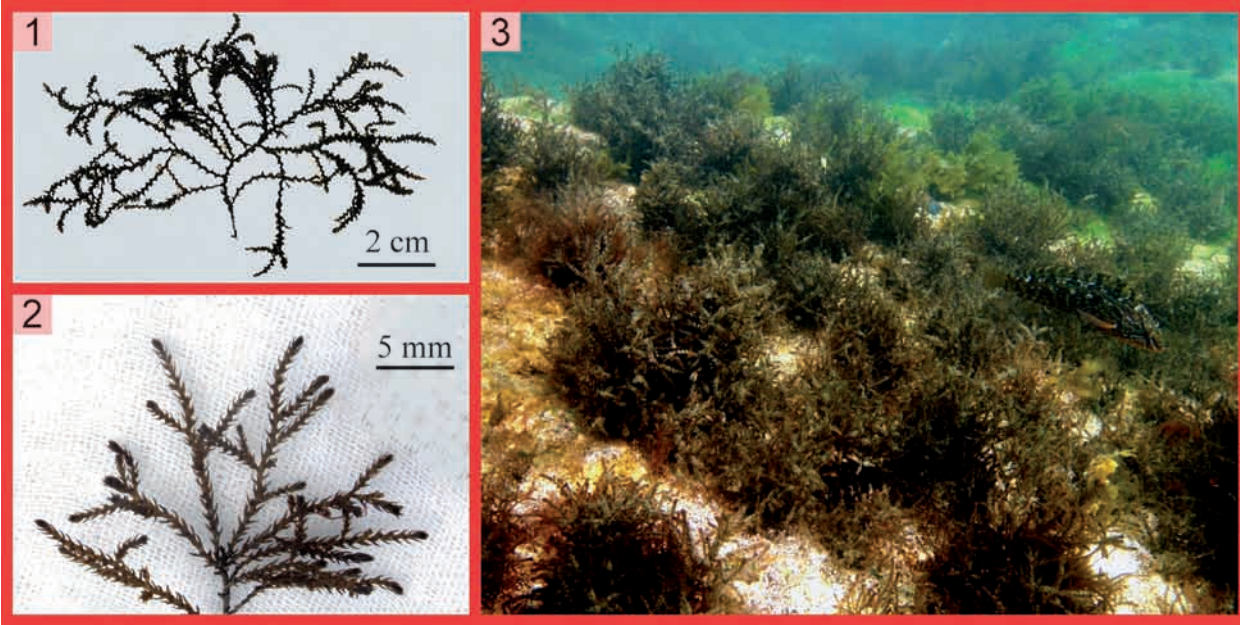
<p>1. Habit. 2. Upper portion of branches. 3. Photo in aquarium: Fragment of concrescent branches. Plant sampled on intertidal rocks (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид растения 2. Верхняя часть сросшихся ветвей. 3. Растение (в аквариуме), взятое со скал в нижней литорали зал. Нячанг (Вьетнам).</p>
<p>Thallus rigid, cartilaginous, greenish-brown to dark purple or almost black, forming prostrate, strongly adherent to the substratum at several points compact cushions (rather brittle), to 25 cm in diam., 1–3 cm thick, consisting of densely coalesced branches. Branches thick, cylindrical, 2–3 mm in diam. Branching irregular, alternate, opposite or subverticillate. Branchlets short, wart-like, with blunt tips, develop from all sides. Growing on rocks, dead corals in low intertidal and upper subtidal, at coastal localities exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Note.</i> A source of polyphenolics; antibacterial activity.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Pacific Ocean. Found in Vietnam Australia and New Zealand.</p>	<p>Слоевище жесткое, плотнотрящеватое, от зеленовато-бурого до темного пурпурного или почти черного цвета, образует стелющиеся, плотно прилегающие к субстрату в нескольких местах компактные подушковидные обрастания (довольно хрупкие), до 25 см в диам. и 1–3 см толщ., состоящие из плотно сросшихся ветвей. Ветви толстые, цилиндрические, 2–3 мм в диам. Ветвление неправильное, очередное, супротивное или почти мутовчатое. Веточки короткие, бородавковидные с тупыми вершинками, развиваются со всех сторон ветвей. Водоросли растут на скалах, камнях, мертвых колониях и фрагментах кораллов, на карбонатном основании коралловых рифов, в нижней литорали и в верхней сублиторали, на участках побережий с умеренной и сильной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Тихого океана. В странах АТР: найдена во Вьетнаме, в Австралии и в Новой Зеландии.</p>

<i>Laurencia nipponica</i> Yamada	Лорансия ниппонская
	
<p>1. Habit. Insert: fragment of tetrasporangial thallus with swollen determinate branchlets. 2. Habitat, in upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Внешний вид. Вставка: фрагмент тетраспорангиального таллома с раздутыми веточками ограниченного роста. 2. В верхней сублиторали зал. Петра Великого Японского моря (Россия).</p>
<p>Thallus soft cartilaginous, solitary or aggregated, bushy, 15–30 (–40) cm high, of pyramidal outline, purple-red to brownish, consisting of main axes (1–4 mm diam.) arising from entangled rhizoidal stolons. Branching (to 3–5 orders) irregular alternate, opposite to verticillate. Branches covered by short ultimate (determinate) branchlets, cylindrical (when sterile) and swollen (when fertile) with blunt or rounded apices. Tetrasporangia embedded, in longitudinal rows near the top of terminal branchlets (converted into stichidia), subspherical, 65–85×84–123 µm, tetra-hedrally divided. Cystocarps ovoid, 670–840 (–900) µm diam., develop on sides of determinate branchlets. Attachment by disc-like hold-fast. Growing on rocks and stones in lower intertidal (often forming narrow belt on vertical rocks) and in upper subtidal (as separate individuals), in sites exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> In moderate and subtropical seas of Pacific Ocean. Common in Japan, Korea, Russia.</p>	<p>Слоевище мягко-хрящеватое, одиночное или в группах, кустистое, 15–30 (–40) см выс., пирамидального очертания, пурпурно-красного или буроватого цвета, состоит из главных вертикальных побегов (1–4 мм в диам.), развивающихся из запутанных ризоидальных столонов. Ветвление (3–5 порядков) неправильное поочередное, супротивное или мутовчатое. Ветви покрыты короткими веточками ограниченного роста, цилиндрическими (стерильные) и раздутыми (фертильные), с тупыми или округлыми верхушками. Тетраспорангии субсферические, размером 65–85×84–123 мкм, тетраэдрически разделенные, погруженные, в продольных рядах, в верхней части терминальных веточек (преобразованных в стихидии). Цистокарпы яйцевидные 670–840 (–900) мкм в диам., развиваются сбоку веточек ограниченного роста. Прикрепляется дисковидной подошвой. Растет на скалах и камнях в нижней литорали (часто образуя неширокий пояс) и в верхней сублиторали (отдельные растения), в местах с умеренной и сильной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> В умеренных и субтропических морях Тихого океана. Обычна в Японии, Корее и в России (Японское море).</p>

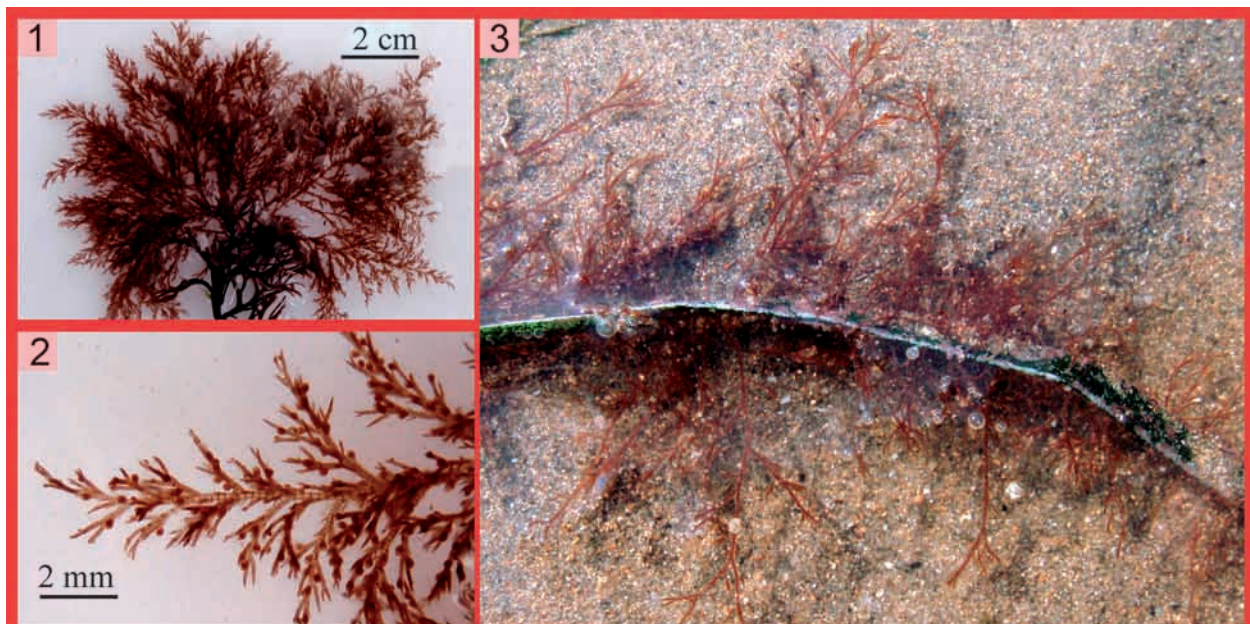
<p><i>Palisada papillosa</i> (C. Agardh) K.W. Nam [= <i>Laurencia papillosa</i> C. Agardh, <i>Chondrophyucus papillosus</i> (C. Agardh) Harvey]</p>	<p>Палисада сосочковатая</p>
--	-------------------------------------



<p>1. Habit. 2. Fragment showing wart-like branchlets. 3. Habitat at upper intertidal (Cape Ba Lang An, Vietnam). Insert: In the intertidal pool.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Фрагмент с бородавковидными веточками. 3. Растения верхней литорали (мыс Ба Ланг Ан, Вьетнам). Вставка: в литоральной луже.</p>
<p>Thallus solitary or grouped, cartilaginous, tough, 3.5–6 (–10) cm high, consisting of prostrate and erect branches, light olive-brown to dark reddish-brown. Branching irregular, or alternate. Branches terete, 1–2 mm diam., naked at basal portion and densely covered by ultimate papillary branchlets from all sides in the middle and upper portions, often in longitudinal rows. The branchlets short wart-like, knobby, or club-shaped, perpendicular to branches, 0.5–0.7 mm diam., 0.5–2.5 mm long, terminating in apical pits. Tetrasporangia spherical, to 100 µm diam., tetrahedrally divided, near the top of branchlets. Holdfast discoid or pad-like. Growing on hard substrate, exposed to moderate wave action, intertidal, often covered by sand, exposed to air during low tide.</p> <p><i>Note.</i> A source of organohalogen compounds (sesquiterpenoids) with antibacterial and antifungal activities.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide in subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific oceans.</p>	<p>Растения одиночные или в группах. Слоевище хрящеватое, плотное, 3.56 (–10) см выс., состоящее из стелющихся и вертикальных ветвей, от светлого оливково-бурого до темного красновато-коричневого цвета. Ветвление неправильное, очерченное. Ветви цилиндрические, 1–2 мм в диам., оголенные в нижней части растения и густо покрыты сосочковидными веточками со всех сторон в верхней части, часто в продольных рядах. Конечные веточки короткие бородавковидные, узловатые или булабовидные (0.5–0.7 мм в диам., 0.5–2.5 мм дл.), с апикальными ямками, расположены перпендикулярно к ветвям. Тетраспорангии развиваются в верхней части веточек, сферические, тетраэдрически разделенные, до 100 мкм в диам. Растения прикрепляются к грунту диско- или подушковидной подошвой. Растут на твердом субстрате в литоральной зоне, в местах с умеренной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> Вид широко распространен в тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Neorhodomela larix</i> (Turner) Masuda	Неородомела лиственничная
	
1. Habit 2. Fragment. 3. Habitat, upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).	1. Внешний вид. 2. Фрагмент. 3. В верхней сублиторали зал. Петра Великого Японского моря (Россия).
<p>Thallus erect, wiry, cartilaginous, bushy, aggregated in tufts, 10–30 (–50) cm high, brown to brownish-black, with several main axes, arising from disc-like holdfast. Main axes cylindrical or slightly compressed, 1.0–1.5 (–2.0) mm thick, bearing long branches. Branching abundant, irregularly alternate, of 4–5 orders. The axes and branches covered with simple or composite spine-like branchlets and with determinate branchlets, 1–5 mm long, arranged in spiral manner. The axes and branches polysiphonous, composed of 6 pericentral cells surrounded with cortex consisting of several cell layers. Tetrasporangia spherical, 50–100 µm diam., tetrahedrally divided, in two parallel rows, each with 7 to 20 sporangia, 2 tetrasporangia per segment, develop in slightly inflated stichidium-like branchlets, in spine-like branchlets of determinate and indeterminate branches. Cystocarps subspherical, 290–370 (–640) × 360–420 (–700) µm. Attachment by a disc-like holdfast. Growing on stony and sandy with stones bottom or epiphytic, intertidal to upper subtidal.</p> <p><i>Distribution.</i> In temperate latitudes of Pacific Ocean. Common in Japan and Russia.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, жесткое, хрящеватое, кустистое, 10–30 (–50) см выс., бурого, буровато-черного цвета, с несколькими главными побегами, поднимающимися из дисковидной подошвы. Главные побеги цилиндрические или вальковатые, 1.0–1.5 (–2.0) мм толщ., несущие длинные ветви. Ветвление (4–5 порядков) обильное, неправильно поочередное. Побеги и ветви покрыты простыми или сложными шиповатыми веточками (1–5 мм дл.), расположенными спирально. Главные побеги и ветви полисифонные, состоят из 6 периферических клеток, окруженных корой в несколько слоев клеток. Тетраспорангии сферические, до 50–100 мкм в диам., тетраэдрически разделенные, развиваются в слегка раздутых стихидиевидных веточках в двух параллельных рядах (в каждом ряду по 7–20 спорангиев и по два спорангия в одном сегменте). Цистокарпы субсферические 290–370 (–640) × 360–420 (–700) мкм. Растения прикрепляются дисковидной подошвой. Растут на скалистом и песчаном с камнями грунтах, на литорали и в верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В умеренных широтах Тихого океана. Обычна в Японии и в России.</p>

<i>Neosiphonia japonica</i> (Harvey) M.S. Kim & I.K. Lee	Неосифония японская
--	----------------------------



<p>1. Habit. 2. Fragment with cystocarps. 3. Plants epiphytic on <i>Chorda filum</i>, cast ashore (Qingdao City, Yellow Sea, China).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Фрагмент с цистокарпами. 3. Эпифит на <i>Chorda filum</i>, выброся (г. Циндао, Желтое море, Китай).</p>
<p>Thallus erect, coarse filamentous, bushy (of pyramidal or sphaerical outlines), solitary or in tufts, 3–5 (–12) cm high, dark reddish-brown. Branching dichotomous below to irregularly alternate or unilateral above. Erect axes and branches to 1 mm in diam., polysiphonous, composed of 4 pericentral cells, corticated below or sometimes corticated throughout the thallus except ultimate branchlets. Branches of the first order long, widely angled. Branches of the following orders narrowly angled. Ultimate branchlets short, 120–190 μm diam., tapering near the tips. Trichoblasts deciduous, occurring alternately from each segment in spiral sequence with one-fourth divergence. Tetrasporangia spherical, 80–115 μm diam., tetrahedrally divided, develop in the middle portion of ultimate branchlets. Cystocarps scattered on ultimate branchlets, broadly oval, near to spherical, 350–500\times460–580 μm. Attachment by a disc-like holdfast or by rhizoids from prostrate axes. Growing on hard substrate or epiphytic, intertidal.</p> <p><i>Distribution.</i> Pacific Ocean (Okhotsk Sea, Sea of Japan, Yellow Sea). Common in Japan, China, Russia.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, грубое нитевидное, кустистое (пирамидального или сферического очертания), одиночное или в пучках, 3–5 (–12) см выс., темно-красно-бурого цвета. Ветвление дихотомическое внизу и неправильно поочередное или одностороннее выше. Вертикальные побеги и ветви до 1 мм в диам., полисифонные (4 перицентральных клеток), кора развивается в нижней части таллома или иногда по всему таллому, исключая конечные веточки. Ветви первого порядка длинные, отходят под широким углом. Ветви последующих порядков отходят под острым углом. Конечные веточки короткие, 120–190 мкм в диам., сужающиеся у верхушек. Трихобласты развиваются от каждого сегмента в спиральной последовательности. Тетраспорангии сферические, 80–115 мкм в диам., тетраэдрически разделенные, развиваются в средней части конечных веточек. Цистокарпы на конечных веточках, широкоовальные, почти сферические, 350–500\times460–580 мкм. Растет на твердых субстратах или эпифитно, прикрепляясь дисковидной подошвой или ризоидами.</p> <p><i>Распространение.</i> Тихоокеанский вид, обычен в Японии, Китае, России (Берингово и Японское моря).</p>

<p><i>Neosiphonia harlandii</i> (Harvey) M.S. Kim & I.K. Lee [= <i>Polysiphonia harlandii</i> Harvey]</p>	<p>Неосифония Харланда</p>
---	-----------------------------------

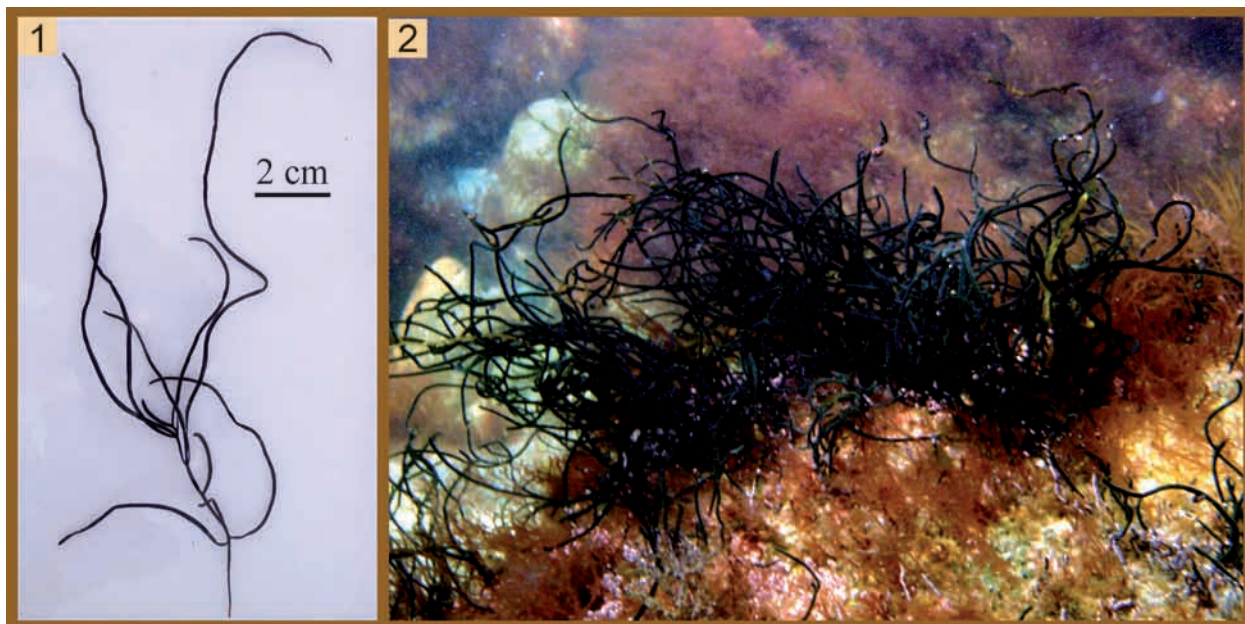


<p>Habit (Cape Ba Lang An, Quang Ngai Province, Vietnam).</p>	<p>Внешний вид (мыс Ба Ланг Ан, провинция Куанг Нгай, Вьетнам).</p>
<p>Thallus erect, bushy, slightly cartilaginous, solitary or in dense tufts, 2–6 (–8) cm high, violet, with several main cylindrical axes, 600–800 (–1500) μm diam., arising from disc-like holdfast. Branching from all sides. The axis and branches of the first order are naked at the lower portion and densely covered with branchlets above. Branchlets densely and repeatedly forked. The axes and branches polysiphonous, composed of 4 pericentral cells, with incomplete cortication (or sometimes consisting of two cell layers) in the main axis and the branches of the first order; branchlets commonly ecorticate. Trichoblasts abundant, forming dense tufts, 3–4 times dichotomously branched, gradually tapering to apices, 50–60 μm long. Tetrasporangia spherical, to 50 μm diam., tetrahedrally divided, develop in swollen ultimate branchlets. Cystocarps subspherical (250×280 μm), stalked (2–3-celled), on outer branchlets. Attachment by a disc-like holdfast. Growing on intertidal hard substrate or epiphytically.</p> <p><i>Note.</i> A source of polyphenolics.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Pacific Ocean.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, кустистое, слегка хрящеватое, одиночное или в плотных пучках, 2–6 (–8) см выс., буровато-фиолетового цвета, с несколькими побегами 600–800 (–1500) мкм в диам., развивающимися из дисковидной подошвы. Ветвление со всех сторон побегов. Побеги и ветви первого порядка оголенные снизу и плотно покрыты веточками вверх. Веточки густо и повторно разветвлены. Побеги и ветви полисифонные, из 4 перицентральных клеток, частично покрытых одним рядом (иногда двумя рядами) коровых клеток в главных побегах и ветвях первого порядка, веточки обычно не покрыты корой. Трихобласты обильные, дихотомически разветвленные, постепенно сужающиеся к верхушкам, 50–60 мкм дл. Тетраспорангии сферические, до 50 мкм в диам., тетраэдрически разделенные, развиваются в раздутых конечных веточках. Цистокарпы субсферические (250×280 мкм), на 2–3-клеточной ножке, развиваются на конечных веточках. Растения прикрепляются дисковидной подошвой. Растут на твердых субстратах или эпифитно, в литорали.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических и субтропических водах Тихого океана. Обычна в Корее, Японии, Китае, Вьетнаме.</p>

5. 2. HETEROKONTOPHYTA

ORDER ECTOCARPALES FAMILY CHORDARIACEAE

<i>Chordaria flagelliformis</i> (O.F. Müller) C. Agardh	<i>Хордария бичевидная</i>
---	-----------------------------------

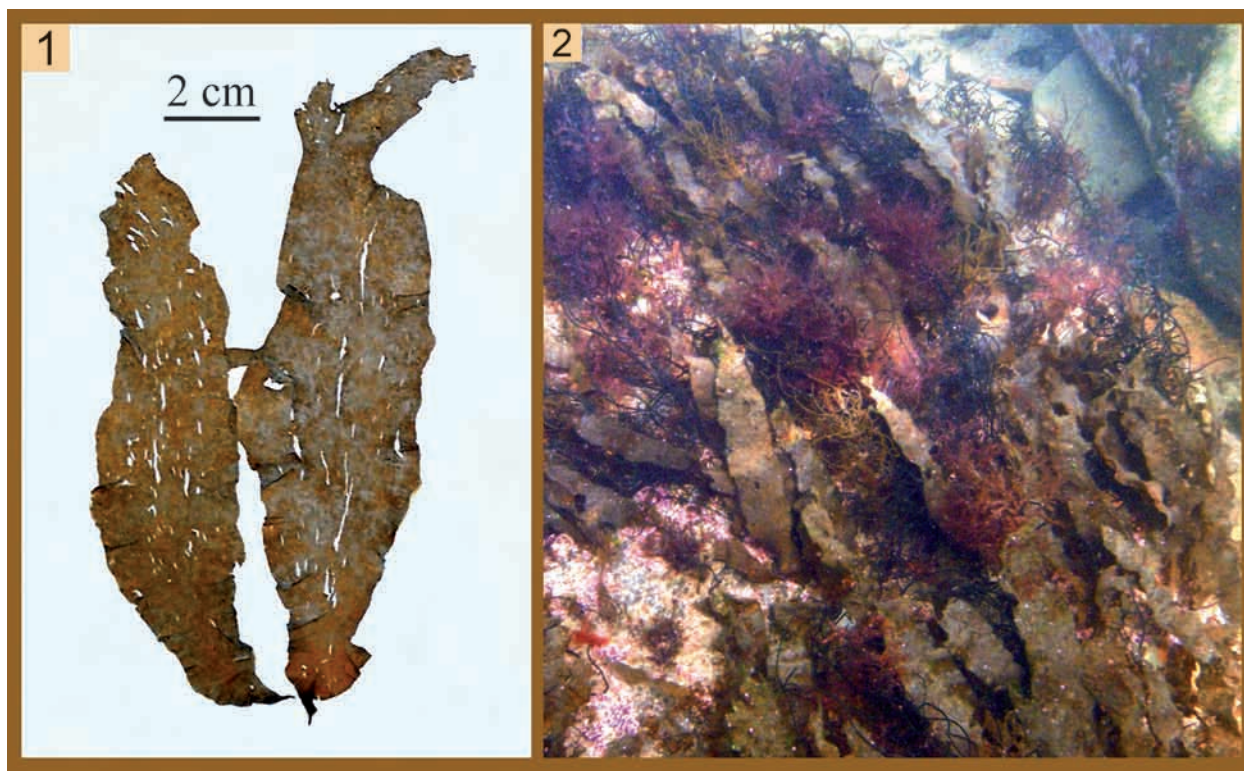


1. Habit. 2. Low intertidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).	1. Внешний вид. 2. Нижняя литораль (Японское море, Россия).
<p>Thallus string-like, with divaricated branches, slippery, solid, dark-brown to black, 10–30 cm high. Branching irregular, alternate from all sides. Branches cylindrical, or slightly compressed, to 3 mm wide, slightly tapering towards the base. Branch apices blunt. Medulla composed of longitudinal filaments of long cylindrical cells to 50×600 mm decreasing towards periphery to 16×18 mm. A layer of assimilative unbranched filaments (of 4–9 cell rows) develop from the peripheral cells. Unilocular sporangia oval, 20–23×60–108 mm, develop at the base of the assimilative filaments. Growing on stony bottom, in low intertidal to subtidal, in calm shores and exposed to wave action.</p> <p><i>Note.</i> A source of phocoidan and alginates; antimicrobial, anticoagulant.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic, temperate latitudes of Arctic and Atlantic Oceans, temperate latitudes of Pacific Ocean.</p>	<p>Слоевище шнуровидное, с оттопыренными ветвями, скользкое, твердое, от темно-коричневого до черного цвета, 10–30 см выс. Ветвление неправильное очередное, со всех сторон слоевища. Ветви и веточки цилиндрические или слегка сдавленные, до 3 мм шир., слегка сужающиеся к основанию, с тупыми верхушками. Сердцевина состоит из длиннотрубчатых клеток 50×600 мкм, уменьшающихся к периферии до 16×18 мкм. Слой ассимиляционных неразветвленных нитей (4–9 рядов клеток), развивается из периферических клеток. Одногнездные спорангии овальные (20–23×60–108 мкм), развиваются в основании ассимиляционных нитей. Растет на камнях, в защищенных и подверженных волнению побережьях.</p> <p><i>Примечание.</i> Источник фукоидана и альгинатов; антимикробное, антикоагулянт.</p> <p><i>Распространение.</i> Арктические, умеренные широты Северного Ледовитого, Атлантического и Тихого океанов.</p>

Cladosiphon okamuranus Tokida	Кладосифон Окамуры
<div><div><div><div>1</div><div>2 cm</div></div><div><div>2</div><div>5 mm</div></div></div><div><div>3</div></div></div>	
<p>1, 2. Fragments collected at low intertidal fringing coral reef of Sesoko Island. 3. Habit in aquarium (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1, 2. Фрагменты растений, взятых в нижней литоральной зоне на краевом коралловом рифе о-ва Сесоко. 3. Внешний вид растения в аквариуме (Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus string-like, cylindrical, soft, fleshy-gelatinous, slimy, solid in young branches and hollow in old parts, brown or greenish-brown, forming interwoven clumps 20–30 cm high. Main axes 1.0–1.5 mm diam. Branching irregular, alternate, with short or long branches. Plurilocular sporangia clavate, scattered over the surface of thallus. Growing on sandy bottom with stones, dead coral fragments, intertidal to subtidal (at depth range from 0 to 19 m), in calm shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Common on south Islands of Ryukyu Archipelago (Okinawa, Ishigaki, Iriomote, etc.). The edible seaweed has been cultivated in Kagoshima and Okinawa Prefectures on nets (crop amount to 20000 ton fresh weight per year), harvested by water pump, and used mainly for food, in medicine and for alginate production.</p>	<p>Слоевище шнуровидное, цилиндрическое, мягкое, мясисто-студенистое, слизистое, плотное в молодых веточках, полое в старых частях, коричневого или зеленовато-коричневого цвета, образует переплетенные пучки 20–30 см выс. Главные побеги 1.0–1.5 мм в диам. Ветвление неправильное очередное, с короткими и длинными ветвями. Многогнездные спорангии булавовидные, разбросаны на поверхности слоевища. Растет на песчаном грунте с камнями и обломками мертвых кораллов, в нижней литорали и в сублиторали (от 0 до 19 м глуб.), в защищенных участках побережья.</p> <p><i>Распространение.</i> Обычен на южных островах Японии (Окинава, Ишигаки, Ириомоте и на других островах архипелага Рюкю). Культивируется в префектурах Кагошимы и Окинавы на сетках (урожай составляет 20 тыс т сыр. массы в год), собирают водяными насосами. Используется главным образом в пищу, а также в медицине и для производства альгинатов.</p>

Punctaria plantaginea (Roth) Greville

Пунктария подорожниковидная



1. Habit. 2. Upper subtidal, *Punctaria* among seaweeds (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).

1. Внешний вид. 2. Пунктария среди водорослей в верхней сублиторали (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).

Thallus simple, foliaceous, with one or more blades arising from small discoid holdfast. Blade broadly-lanceolate, obovate-lanceolate, with entire or undulate margins, dark brown to reddish-brown, 15–20 (–40) cm long, 4–12 cm broad, 100–200 (–400) mm thick, with short stipe and cuneate base. In transverse section thallus consist of 4–5 (–9) cell layers of almost rectangular cells, the cortical one-layer pigmented cells slightly smaller than medullary cells. Hairs pigmented, delicate, in tufts. Unan-gia and plurangia develop by transformation of surface cells, scattered over the thallus. Pluran-gia in clusters, projecting beyond the surface of blade. Growing on rocky, stony, on muddy-sandy bottom with stones and shells, in intertidal pools, and epiphytically, from low intertidal to 10–12 (–20) m depth, in sheltered and moderately exposed shores.

Distribution. Arctic-boreal waters of Arctic and Atlantic Oceans, boreal waters of Pacific Ocean. Common in Japan, Korea, China, Russia.

Слоевище простое, листовидное, с одной или несколькими пластинами, развивающимися из дисковидной подошвы. Пластина широколанцетовидная, обратнояйцевидная, с цельными или волнистыми краями, темно-коричневого до красновато-коричневого цвета, 15–20 (–40) см дл., 4–12 см шир., 100–200 (–400) мкм толщ., с клиновидным основанием на короткой ножке. На срезе слоевище состоит из 4–5 (–9) рядов почти прямоугольных клеток; пигментированные клетки однослойной коры немного мельче сердцевинных. Одногнездные и многогнездные спорангии образуются из клеток корового слоя. Многогнездные спорангии в группах, выступают над поверхностью пластины. Растет на скалистом и на илисто-песчаном с камнями грунтах, в литоральных лужах и эпифитно, в нижней литорали до глубины 10–12 (–20) м защищенных и подверженных волнению побережьях.

Распространение. Арктическо-бореальные воды Северного Ледовитого и Атлантического океанов, бореальные воды Тихого океана. Обычна в Японии, Кореи, Китае, России.

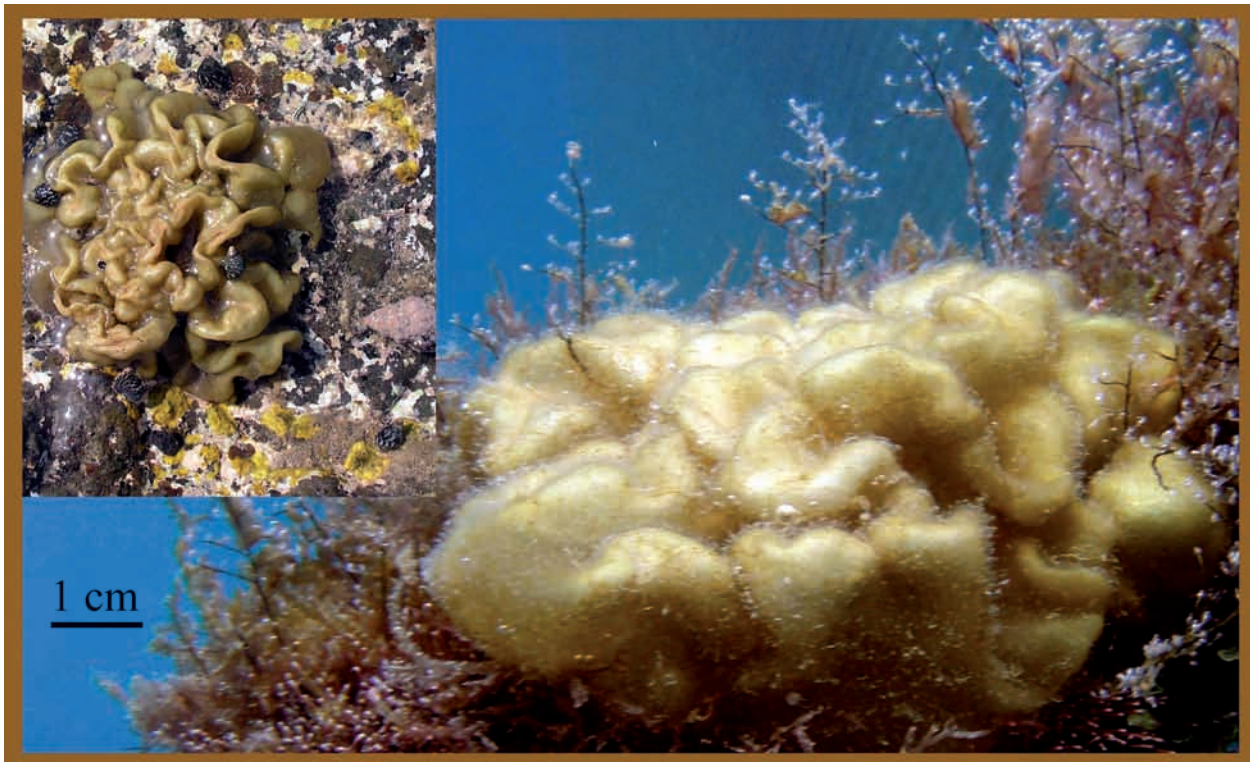
ORDER SCYTOSIPHONALES
FAMILY SCYTOSIPHONACEAE

<i>Analipus japonicus</i> (Harvey) Wynne	<i>Аналипус японский</i>
--	--------------------------



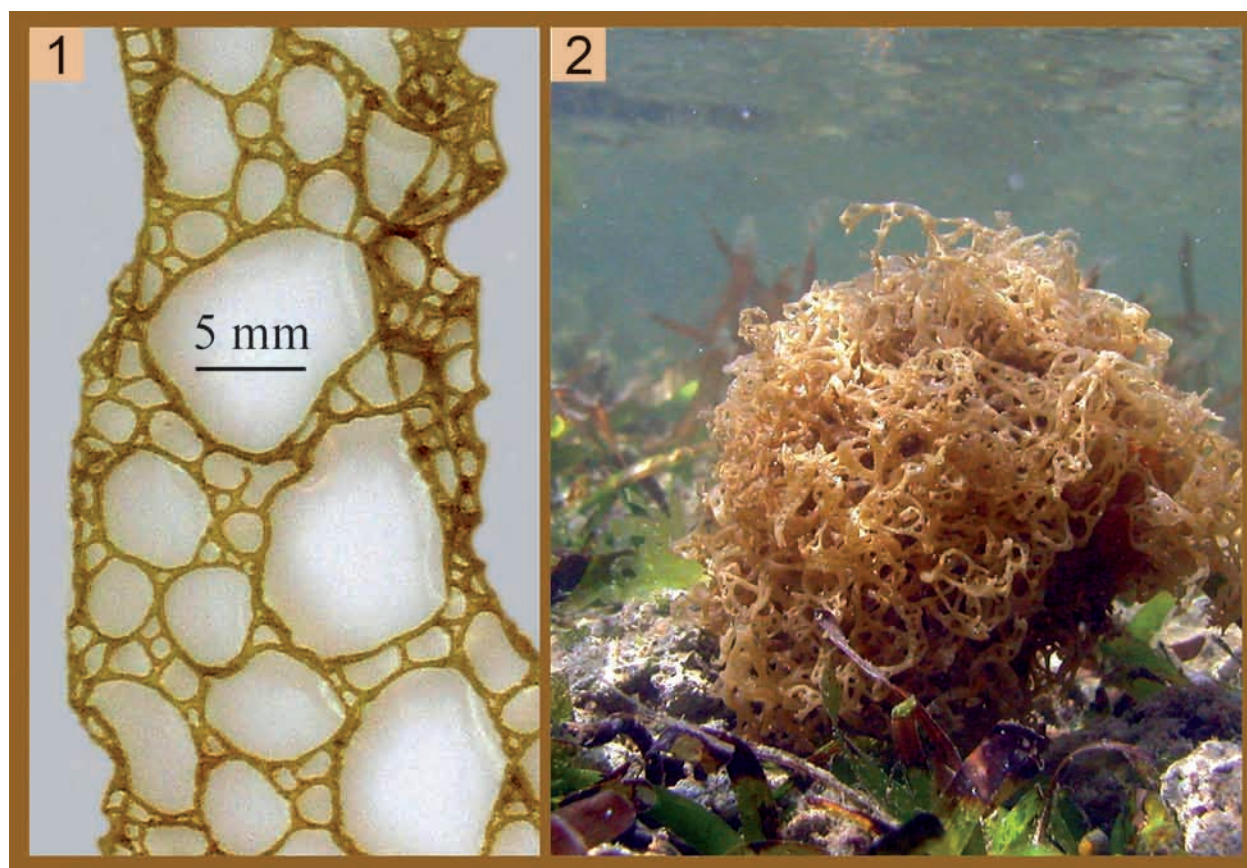
<p>1. Habit. 2. Low intertidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Нижняя литораль (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus composed of basal (perennial) rhizomatous crust and main (annual) erect axes. Erect axes cylindrical, compressed, greenish-brown to dark olive-brown, (5) –10–30 (–40) cm high, 1–4 mm wide. Branching dense, from all sides. Lateral branches cylindrical to flattened, short and long, 5–10 cm long, slightly swollen above and sometimes curved. Main axes and branches hollow when adult. The hollow surrounded by colorless longitudinally elongated cylindrical cells. Cortex composed of shorter colorless cells (of almost equal diameters) surrounded by dense layer of assimilative branches consisting of 2–7 rows of long cells. Plurangial sporangia cylindrical, of two rows. Growing on rocky, stony bottom, intertidal to upper subtidal (to 2 m depth), in sheltered and moderately exposed shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic to temperate latitudes of Pacific Ocean. Common in the Asian-Pacific countries: Russia, Japan, Korea.</p>	<p>Слоевище состоит из базальной (многолетней) корневищной корки и главных (однолетних) вертикальных побегов. Вертикальные побеги цилиндрические, сдавленные, от зеленовато-бурого до темного оливково-бурого цвета, (5) –10–30 (–40) см выс., 1–4 мм шир. Ветвление густое, со всех сторон побегов. Боковые ветви от цилиндрических до уплощенных, короткие и длинные, 5–10 см, слегка раздутые выше основания, иногда загнутые. Главные побеги и ветви у взрослого растения полые. Полость окружена бесцветными продольно вытянутыми цилиндрическими клетками. Кора состоит из коротких, почти изодиаметрических клеток, окруженных плотным слоем ассимиляционных ветвей из 2–7 рядов длинных клеток. Многогнездные спорангии цилиндрические, двурядные. Растут на скалистом, каменистом грунте, в нижней литорали и в верхней сублиторали (до 2 м глубины), на защищенных или с умеренным волнением побережьях.</p> <p><i>Распространение.</i> Тихоокеанский вид, от Арктики до умеренных широт. Обычен в странах АТР: России, Японии, Корее.</p>

<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier	<i>Колпомения выемчатая</i>
---	------------------------------------



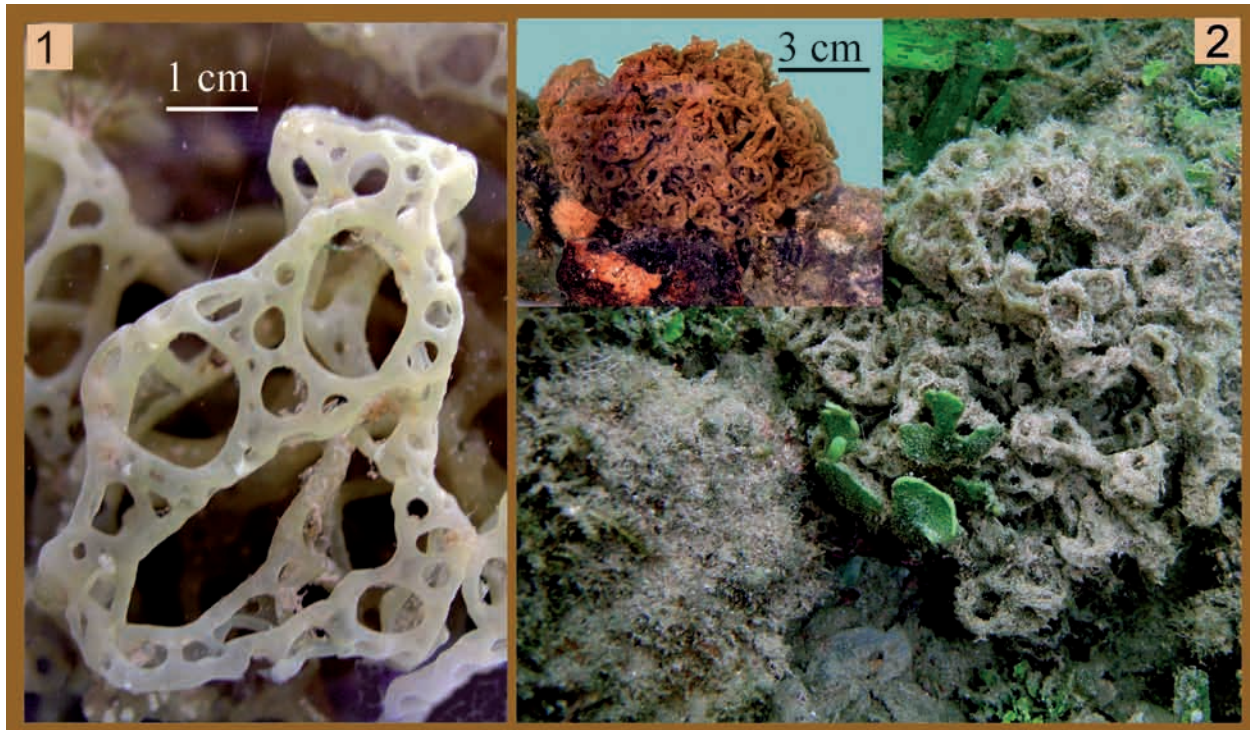
<p>Habit: on the rope of lobster farm (Nha-trang Bay, Vietnam). Insert: Low intertidal (Cape Ba Lang An, Vietnam).</p>	<p>На конструкциях омаровой фермы (зал. Нячанг, Вьетнам). Вставка: нижняя литораль (мыс Ба Ланг Ан, Вьетнам).</p>
<p>Thallus solitary or gregarious, hollow, spherical, hemispherical, becoming lobed or irregularly expanded to 10–30 cm diam., light- or golden-brown to greenish-brown. Membrane 300–500 mm thick. Cortex consists of 1 (–2) layers of small cuboidal or polygonal pigmented cells, 3.5–7.5 mm diam. Medullar colorless cells (of 5–7 layers) irregular in shape, rounded polygonal, to 180 mm, gradually decreasing in size towards the cortical layer. Fine, colorless hairs in tufts, scattered on the surface of the thalli. Plurilocular gametangia cylindrical to club-shaped, 4–7.5 mm diam., 18–35 mm long, occur in dense superficial sori, (100–400 mm diam.), scattered over the surface of the thallus. Paraphyses obovate, to 11 mm diam., 50 mm long. Growing on hard substrate, epiphytic, intertidal, shallow subtidal.</p> <p><i>Distribution.</i> Cosmopolitan, from Antarctic to tropical latitudes. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Philippines, Pacific Islands</p>	<p>Слоевище одиночное или в группах, полое, сферическое, лопастное или неправильно распростертое, до 10–30 см в диам, золотисто-коричневого цвета. Толщина таллома 300–500 мкм. Кора состоит из 1 (–2) слоев кубовидных или полигональных пигментированных клеток 3.5–7.5 мкм в диам. Бесцветные сердцевинные клетки (5–7 слоев) неправильной, округло-полигональной формы, до 180 мкм в диам., постепенно уменьшающиеся в размере по направлению к коровому слою. По поверхности слоевища разбросаны тонкие бесцветные волоски (в пучках). Многогнездные гаметангии от цилиндрических до булабовидных (4–7.5 мкм в диам., 18–35 мкм дл.), встречаются в сорусах, разбросанных по поверхности слоевища. Парафизы обратнойцевидные, до 11 мкм в диам., 50 мкм дл. Растет на твердых субстратах, эпифитно на крупных водорослях, на мелководье.</p> <p><i>Распространение.</i> Космополит, от Антарктики до тропических широт. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, на Филиппинах, на Тихоокеанских островах.</p>

<i>Hydroclathrus tenuis</i> C.K. Tseng & Lu	<i>Гидроклатрус тонкий</i>
---	----------------------------

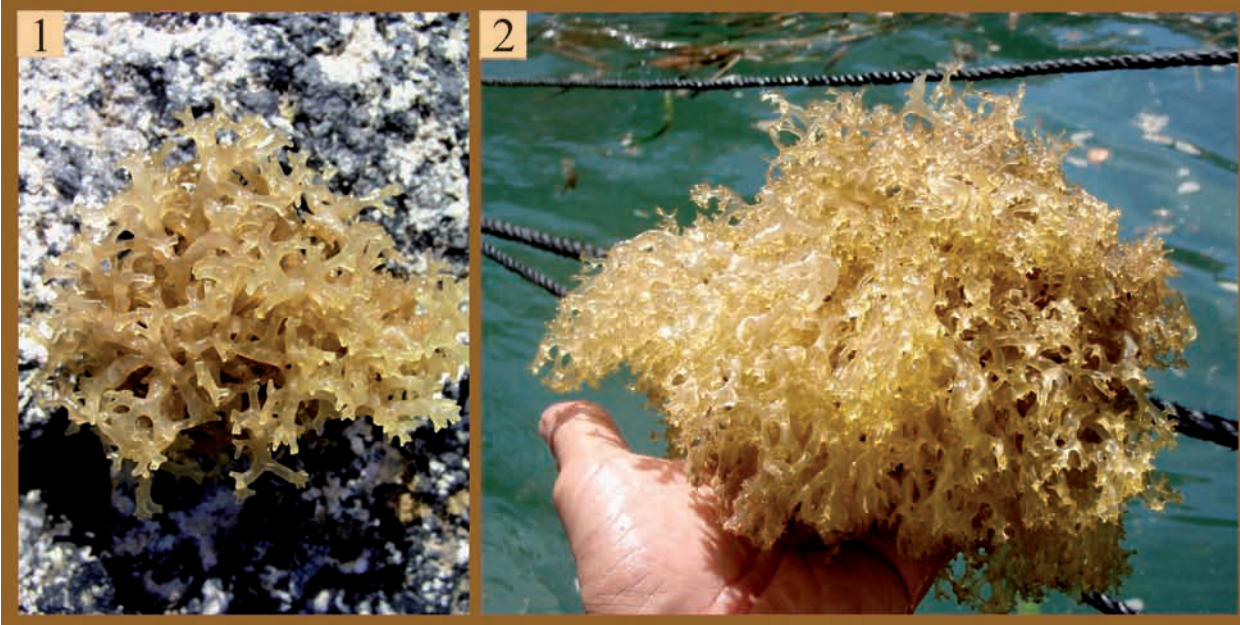


<p>1. Surface view of perforated thallus. 2. Low intertidal (Son Hai, Ninh Thuan Province, Vietnam).</p> <p>Thallus net-like, fine, fleshy, irregularly-lobed, near to spherical, sessile, irregularly vesicular when young and reticulate when old, light brown, yellowish-brown to orange-brown when old. The perforations 10–15 mm in diam., with inrolled margins. Net-like membrane (80) –250–300 µm thick. The cortex consists of pigmented, small cubical cells to 8–10 µm across. Medulla composed of several large, colorless parenchymatous cells, 70–80 µm diam. Attachment by broad holdfasts at many points. Surface hairs in groups at shallow depressions of the surface layer. Growing on lower subtidal dead coral fragments, rocks, or epiphytically on greater algae in sheltered areas.</p> <p><i>Note.</i> A source of polyphenolics.</p> <p><i>Distribution.</i> Тропики и субтропики Тихого и Индийского океанов. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam.</p>	<p>1. Вид сверху на перфорированное слоевище. 2. Нижняя литораль (Шон Хай, провинция Нинь Туан, Вьетнам).</p> <p>Слоевище сетчатое, изящное, мясистое, неправильно лопастное, почти сферическое, сидячее, неправильно пузырчатое (молодое) или сетчатое (старое). Перфорации 10–15 мм в диам. с загнутыми внутрь краями. Сетчатая мембрана (80) –250–300 мкм толщ. Кора состоит из пигментированных маленьких кубовидных клеток 8–10 мкм в поперечнике. Сердцевина состоит из нескольких слоев больших бесцветных паренхиматозных клеток, 70–80 мкм в диам. Прикрепляется к субстрату широкой подошвой во многих местах. Волоски в группах, развиваются в небольших углублениях на поверхности слоевища. Растет в нижней литорали на мертвых кораллах, камнях или эпифитно в защищенных от волн местах.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Тихого и Индийского океанов. Обычен в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме.</p>
--	---

<i>Hydroclathrus clathratus</i> (C. Agardh) M.A. Howe	<i>Гидроклатрус решетчатый</i>
---	---------------------------------------

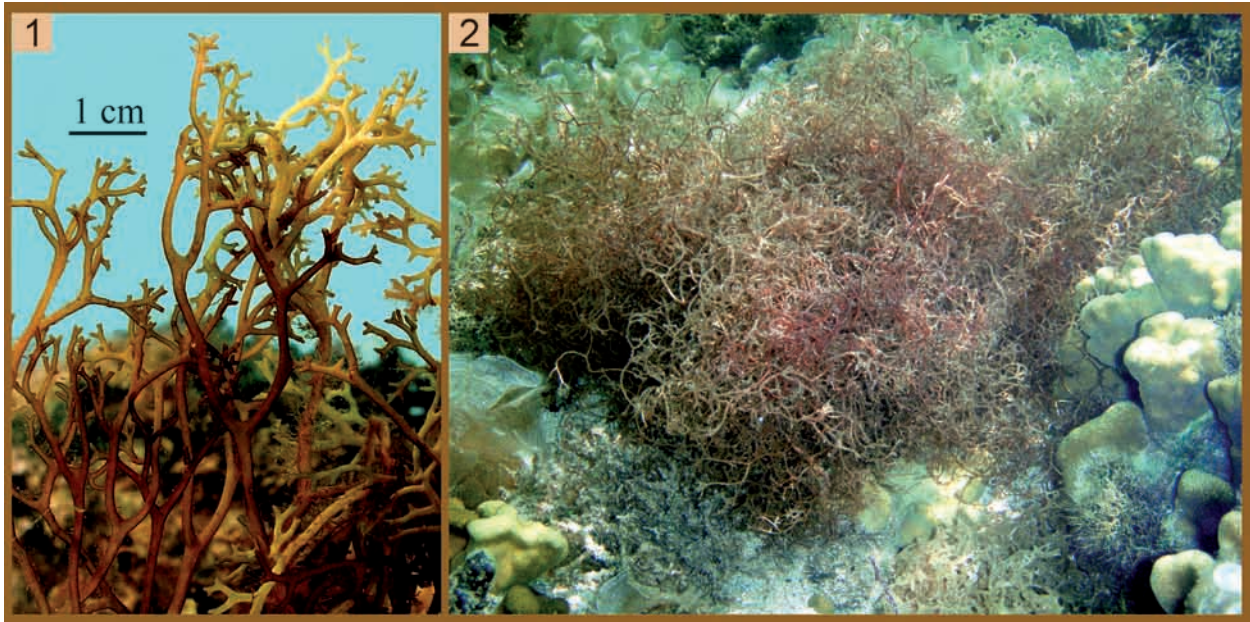


<p>1. Habit. 2. Upper subtidal, 1.5 m (Nhatrang Bay, Vietnam). Insert: old plant.</p> <p>Thallus creeping or free lying, fleshy, cushion-like, subspherical or irregularly lobed, hollow, 10–30 (–100) cm in diam., light brown, brown to orange, with numerous perforations. The perforations round to oval, 5.0–20 (–30) mm in diam., with inrolled margins. Net-like membrane consist of 3–6 cell layers, 500–900 μm thick. The cortex composed of 1–2 rows of pigmented, small cuboid cells to 10 μm across. Medullary cells colorless, large, rounded angular, 50–130 (–180) μm diam. Holdfast inconspicuous, lightly attached at many points. Hairs in groups develop in shallow surface depressions. Growing in sheltered areas on lower intertidal to shallow subtidal dead corals, rocks, pebbles and epiphytically.</p> <p>Distribution Tropical and subtropical waters of Pacific Ocean. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Korea, Vietnam, Thailand, Malaysia, Singapore, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Верхняя сублитораль, 1.5 м (зал. Нячанг, Вьетнам). Вставка: старое растение.</p> <p>Слоевище стелющееся или свободно лежащее, подушковидное, почти сферическое или неправильно лопастное, полое, 10–30 (–100) см в диам., светло-коричневого, коричневого или оранжевого цвета, с многочисленными перфорациями. Перфорации округлые до овальных, 5.0–20 (–30) мм в диам., с загнутыми внутрь краями. Сетчатая мембрана состоит из 3–6 слоев клеток, 500–900 мкм толщ. Кора состоит из 1–2 рядов пигментированных, маленьких кубовидных клеток до 10 мкм в поперечнике. Сердцевинные клетки бесцветные, большие, округло-угловатые, 50–130 (–180) мкм в диам. Прикрепляется малозаметной подошвой во многих местах. Волоски в группах, развиваются в небольших углублениях на поверхности слоевища. Растет в сублиторали в защищенных местах, на мертвых кораллах, скалах, гальке и эпифитно.</p> <p>Распространение. Тропики и субтропики Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычен в странах АТР: Японии, Китае, Корее, Вьетнаме, на Филиппинах, в Таиланде, Малайзии, Сингапуре, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>
--	---

<i>Rosenvingea intricata</i> (J. Agardh) Børgesen	Розенвингия перепутанная
	
<p>1. Habit, intertidal during low tide (Cape Ba Lang An, Quang Ngai Province, Vietnam). 2. O Lan Lagoon, Phu Yen Province, Vietnam.</p>	<p>1. В нижней литорали, при отливе (мыс Ба Ланг Ан, провинция Куанг Нгай, Вьетнам). 2. В лагуне О Лан (провинция Фу Йен, Вьетнам).</p>
<p>Thallus soft, forming intricate subspherical tufts to 40 cm high, light golden brown, olive-brown, consisting of hollow branches, often fusing with adjacent branches. Branches cylindrical, compressed, contorted, 2–3 (–10) mm wide, abruptly decreasing in length and tapering towards apices. Apices blunt, roundish to acute. Branching irregular, di-, trichotomous. In transverse section, cortex composed of single layer of small spherical, subspherical cells, 12.5–14 (–25) mm diam.; medullar cells of two layers of large colorless cells, near to roundish in shape, 75–130 mm diam. surrounding a hollow. Surface hairs in tufts. Plurilocular sporangia oval, to 20×50 µm. develop from surface cells. Rhizoids inconspicuous, disc-like. Plants easily detached from substratum, free-floating. Growing intertidal, subtidal (10–35 m), on rocks, shells, dead corals, in protected or moderately wave-exposed shores.</p> <p><i>Note.</i> This species is used in folk medicine; antiviral.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical to temperate seas of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище мягкое, образующее субсферические пучки до 40 см выс., светлого золотисто-, оливково-бурого цвета, состоящее из полых ветвей, часто срастающихся друг с другом. Ветви цилиндрические, сжатые, искривленные, 2–3 (–10) мм шир., резко уменьшающиеся в длине и сужающиеся к верхушкам. Верхушки тупые, округлые. Ветвление беспорядочное ди-, трихотомическое. На поперечном срезе кора состоит из одного ряда мелких сферических или почти сферических клеток, 12.5–14 (–25) мкм в диам., сердцевинные клетки, окружающие полость, большие, бесцветные, кругловатой формы, 75–130 мкм в диам., состоят из двух рядов. Многогнездные спорангии овальные, 20×50 мкм, развиваются из поверхностных клеток. Ризоиды незаметные, дисковидные. Растения легко открепляются от субстрата, часто свободноплавающие. Растут на камнях, ракушке, мертвых кораллах, в литорали, sublиторали (10–35 м), в защищенных и с умеренным волнением побережьях.</p> <p><i>Распространение.</i> От тропических до умеренных широт Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

FAMILY CHNOOSPORACEAE

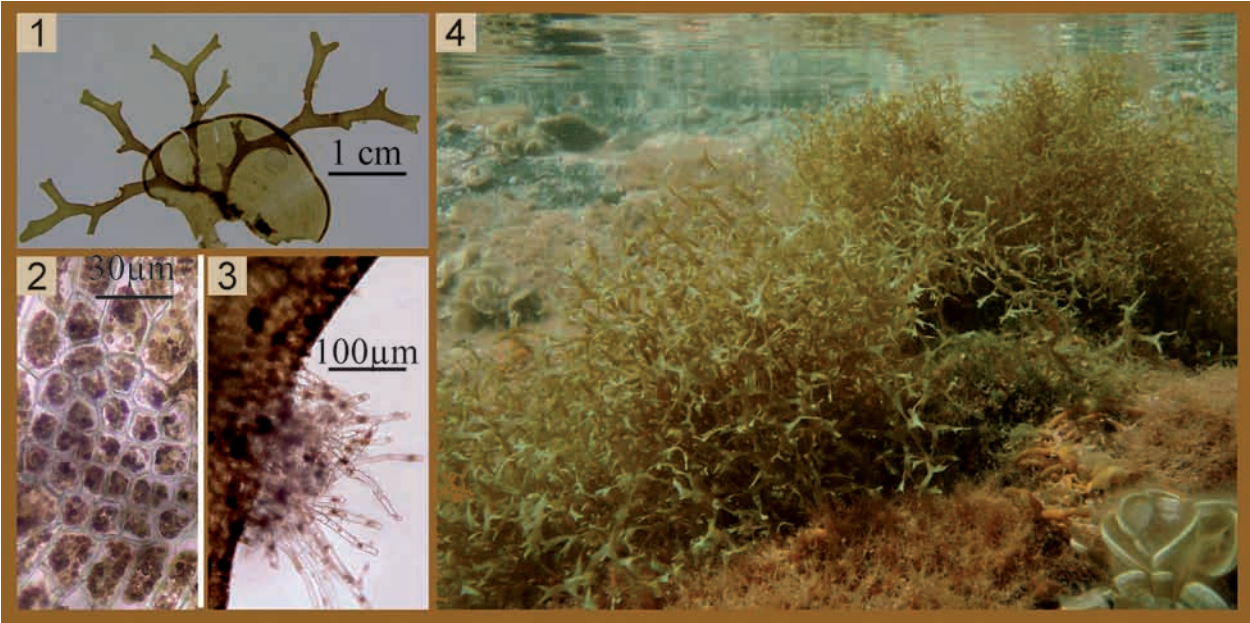
<i>Chnoospora implexa</i> J. Agardh	<i>Хнооспора переплетенная</i>
-------------------------------------	--------------------------------



<p>1. Habit. 2. Low intertidal (Con Dao Islands, Vietnam).</p> <p>Thallus tough, yellowish-brown, forming densely branched cushions or interwoven clumps to 20–30 cm diam. Branching irregularly dichotomous with rounded axils. Branches cylindrical or slightly compressed, 1–1.5 mm broad, tapering towards the apices and decreasing in length. Apical branches bifurcate or attenuate. In transverse section, parenchymatous medulla consists of large (different sizes, 9–60 μm) colorless polygonal, roundish (or irregular shape) cells of 4–7 layers. One- (two) –layer cortex consists of small cuboid, angular or rounded, heavily pigmented cells. Plurilocular sporangia clavate, scattered on the surface of thalli. Growing on dead coral fragments, in the middle and low intertidal pools to the upper subtidal with moderate wave action, often forming extensive loose mats on sandy bottom in shallow calm water.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Нижняя литораль (острова Кондао, Вьетнам).</p> <p>Слоевище упругое, желтовато-коричневого цвета, образующее густо разветвленные “подушки” или переплетенные пучки до 20–30 см в диам. Ветвление неправильное дихотомическое, с широкими пазухами. Ветви цилиндрические или слегка сдавленные, 1.0–1.5 мм шир., сужающиеся к верхушкам и уменьшающиеся в длину. Верхушки ветвей раздвоенные или удлинённые. Паренхиматозная сердцевина состоит из 4–7 слоев разных размеров (от 9 до 60 мкм в диам.) бесцветных, полигональных (или неправильной формы) клеток. Одно(двух)слойная кора состоит из маленьких кубовидных, угловатых или округлых сильно пигментированных клеток. Многогнездные спорангии булавовидные, разбросаны по поверхности слоевища. Растут на мертвых кораллах, в литоральных лужах или в верхней сублиторали, в местах с умеренным волнением, часто образуют свободно лежащие маты на песчаном дне.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Малайзии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>
--	--

ORDER DICTYOTALES
FAMILY DICTYOTACEAE

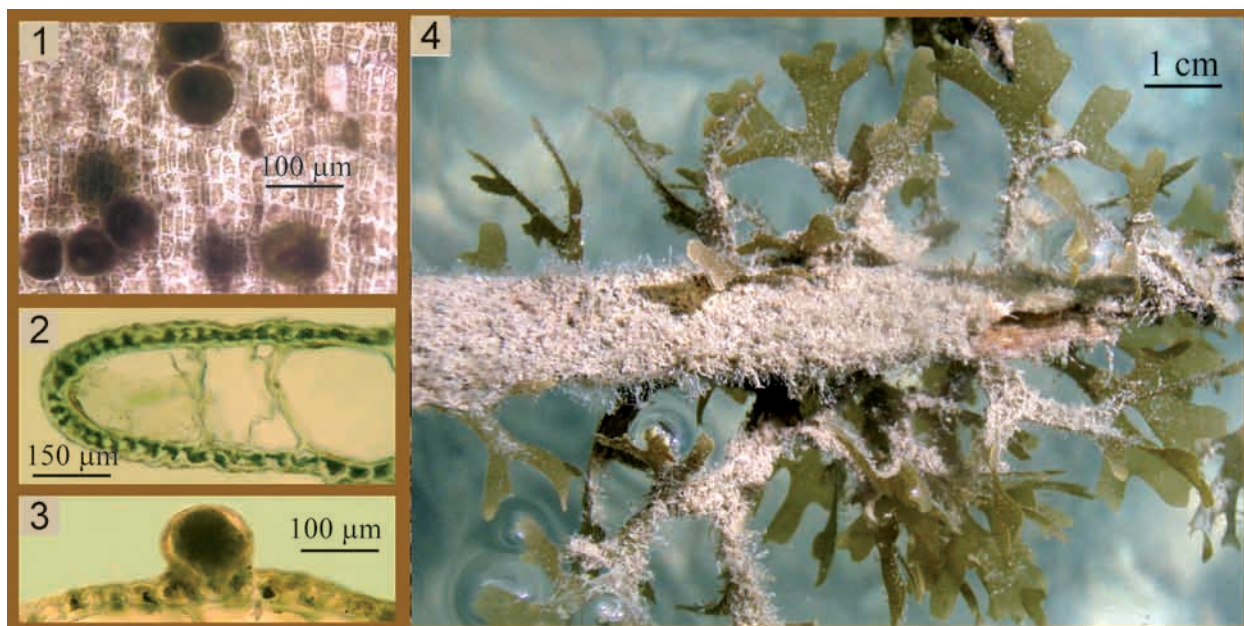
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kützing) De Paula & De Clerck	<i>Канистрокарпус оленерогий</i>
---	----------------------------------



<p>1. Branching pattern of young frond epiphytic on <i>Padina</i>. 2. Antheridial sorus surrounded by paraphyses. 3. Marginal rhizoids. 4. Habitat, intertidal pool (Vietnam).</p>	<p>1. Эпифитное растение на падине. 2. Антеридиальный сорус с парафизами. 3. Краевые ризоиды. 4. Заросли в литоральной луже (мыс Ба-Ланг Ан, Вьетнам).</p>
<p>Thallus bushy, 8–15 cm highs. Branching irregularly dichotomous. Branches near the base 3–4 mm wide, tapering slightly from the base upwards, 0.6–2.5 mm wide. Branch tips forked, acute, one of the forks shorter and spurlike. Segments between dichotomies 1.0–3.5 cm long. Margins entire. Thallus in transverse section 180–200 μm thick. Medullary colorless cells rectangular, 125–140×70–120 μm. Surface cells rectangular, 12–20 (–30) μm wide, 30–40 μm long, in longitudinal rows. Surface hairs in tufts, scattered near central axis. Marginal rhizoids present, often in tufts, to 500–700 μm long. Attachment by fibrous holdfast. Antheridial sori multichambered, 75×100 μm, surrounded by paraphyses. Sporangia (50 μm diam.), scattered. Growing on rocks, epiphytic, in shallow waters.</p> <p><i>Note.</i> A source of polysaccharides as anti-coagulants and antioxidants.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище кустистое, 8–15 см выс., 180–200 мкм толщ. Ветвление неправильно дихотомическое. Сегменты между дихотомиями 1.0–3.5 см дл. Ветви у основания 3–4 мм шир., слегка сужающиеся к раздвоенным острым верхушкам (одно из ответвлений короче). Края ветвей цельные. На срезе слоевище 180–200 мкм толщ. Сердцевинные клетки (125–140×70–120 мкм) бесцветные, прямоугольные. Клетки с поверхности в продольных рядах, 12–20 (–30) мкм шир., 30–40 мкм дл. Поверхностные волоски в пучках, разбросаны около центральной оси. Краевые ризоиды в пучках, 500–700 мкм дл. Антеридиальные сорусы многокамерные, 75×100 мкм, окружены парафизами. Спорангии (50 мкм в диам.) разбросаны по поверхности слоевища. Растет на скалах, эпифитно, на мелководье.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Используется как <i>Dictyota</i> spp.</p>

Dictyota bartayresiana J.V. Lamouroux

Диктиота Бартауреца



1, 3 Sporangia. 2. Transverse section of blade near margin. 4. Epiphytic on seagrass leaf (Nha Phu Lagoon, Vietnam).

1, 3. Спорангии. 2. Поперечный срез пластины у края. 4. Эпифит на листе морской травы (лагуна Ня Фу, Вьетнам).

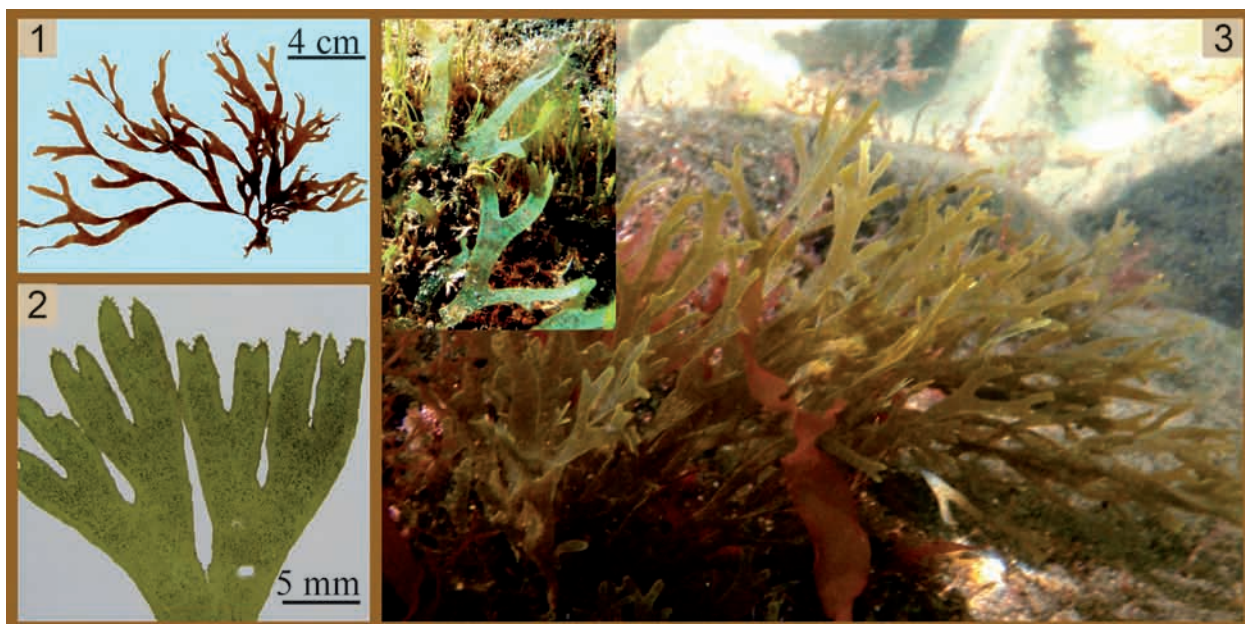
Thallus prostrate, overlapping, compact or loosely clumped, relatively fragile, light brown, sometimes greenish, iridescent, to 20 cm high. Branching dichotomous, at 45–90° angle. Branches strap-shaped, 3–5 (–7) mm wide, 85–150 (–200) µm thick, terminal branches slightly twisted. Margins smooth, spiny or proliferous. Apices broadly rounded or acute. Surface cell rectangular, 12–18 (–27) µm wide and 24–50 (–75) µm long, in regular rows. Medullary cells rectangular, 110–140 µm wide, 125–155 µm thick, colorless, longitudinally elongated. Surface hairs in tufts, scattered. Sporangia spherical, tetrahedrally divided, 65–80 µm diam., dark brown; solitary or in groups, not surrounded by sterile paraphyses, on dorsal surface of the thallus. Rhizoids issuing from margins and ventral side of basal portions of thallus. Growing on hard substrate or epiphytic on larger algae, in shallow water of sheltered localities to subtidal.

Distribution. Tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Philippines, Australia and New Zealand.

Слоевища стелющиеся, компактные или в свободных пучках, относительно хрупкие, светло-коричневого, иногда зеленоватого, переливчатого цвета, до 20 см выс. Ветвление дихотомическое, с углом ветвления 45–90°. Ветви линейные, 3–5 (–7) мм шир., 85–150 (–200) мкм толщ., слегка скрученные. Края гладкие, шиповатые или пролиферирующие. Верхушки широкоокруглые или острые. Клетки с поверхности прямоугольные, 12–18 (–27) мкм шир., 24–50 (–75) мкм дл., в регулярных рядах. Клетки сердцевины прямоугольные, 110–140 мкм шир., 125–155 мкм толщ., бесцветные. Волоски в пучках, разбросаны по слоевищу. Спорангии сферические, тетраэдрически разделенные, 65–80 мкм в диам., одиночные или в группах, не окружены стерильными парафизами, развиваются на верхней стороне слоевища. Ризоиды развиваются по краям и на ventральной стороне базальной части слоевища. Растет на твердых субстратах или эпифитно, на мелководье защищенных побережий и в сублиторали.

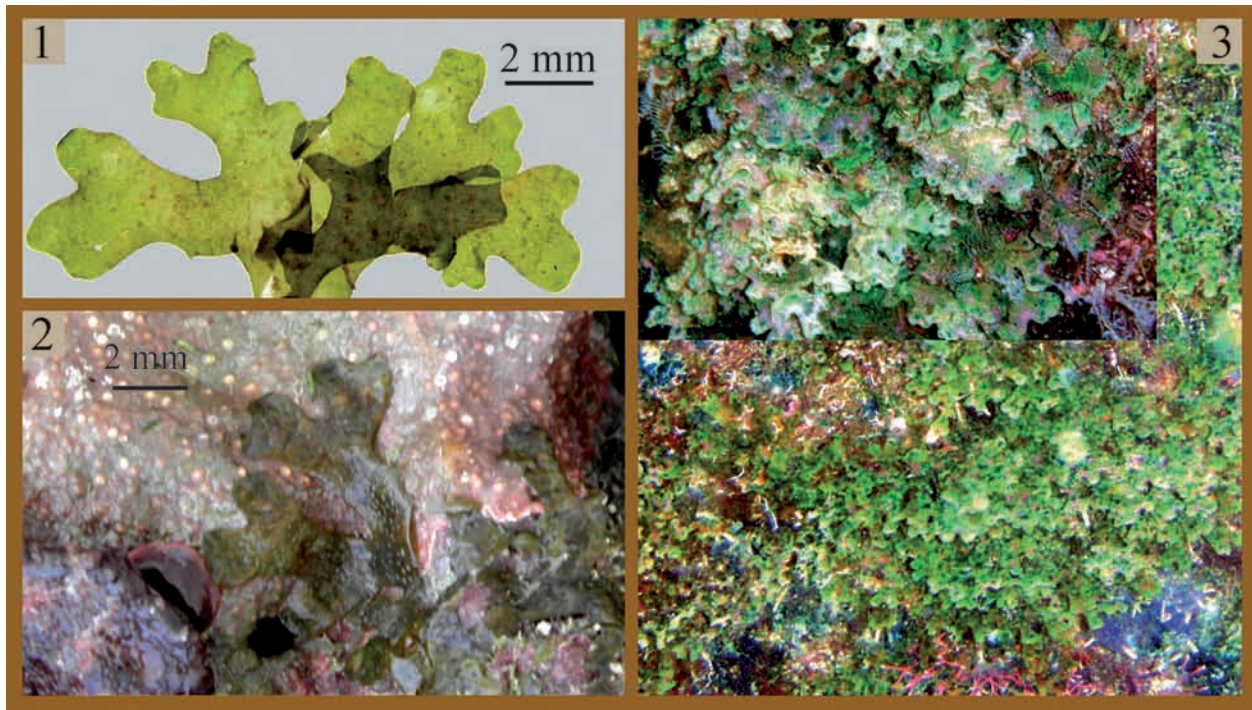
Распространение. Тропики и субтропики Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, на Филиппинах, в Малайзии, в Австралии и Новой Зеландии.

<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux	<i>Диктиота дихотомическая</i>
---	---------------------------------------



1. Habit. 2. Branching pattern. 3. Low intertidal (Nhatrang Bay, Vietnam).	1. Внешний вид. 2. Особенности ветвления. 3. Нижняя литораль (зал. Нячанг, Вьетнам).
<p>Thallus flat, creeping and erect, bushy, 10–15 cm high, pale brown to dark brown. Branching regularly dichotomous, forking at angles 15–45°. Branches strap-shaped, 3–15 mm wide, almost of equal width or gradually decreasing in width towards apices, with entire margins or sometimes proliferous, with blunt or emarginated apices. In transverse section blade 140–165 µm thick; cortical cells square-roundish, densely pigmented, medullar cells rectangular, slightly longitudinally elongated. Surface hairs in tufts. Tetrasporangia tetrahedrally divided, in groups, on both surfaces of thalli. Antheriadia and oogonia develop in oval or linear longitudinally elongated sori; antheridia cylindrical or clavate, 18–24×27–30 µm; oogonia obovate, 50–60×65–80 µm. Growing on hard substrate, epiphytic on larger algae and on seagrass leaves, in lower intertidal to subtidal, exposed to moderate wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide, from Arctic to Antarctic. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Singapore, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище плоское, стелющееся или прямостоячее, 10–15 см выс., от бледно- до темно-бурого цвета. Ветвление правильное дихотомическое, с углом ветвления 15–45°. Ветви линейные, 3–15 мм шир., почти одинаковой ширины или сужаются к верхушкам, с цельными краями, иногда с пролификациями; с тупыми или выемчатыми верхушками. На поперечном срезе пластина 140–165 мкм толщ.; коровые клетки квадратно-округлые, густо пигментированные, клетки сердцевинки прямоугольные. Волоски в пучках. Тетраспорангии в группах, на обеих сторонах слоевища, тетраэдрически разделенные. Антеридии и оогонии развиваются в овальных или в линейных сорусах. Антеридии цилиндрические или булабовидные, 18–24×27–30 мкм; оогонии обратнойцевидные (50–60×65–80 мкм). Растут на твердых субстратах или эпифитно на водорослях и морских травах, в нижней литорали и в сублиторали, на участках побережий с умеренным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> Повсюду от Арктики до Антарктики. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Малайзии, Сингапуре, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>

<i>Dictyota friabilis</i> Setchell	<i>Диктиота хрупкая</i>
------------------------------------	-------------------------

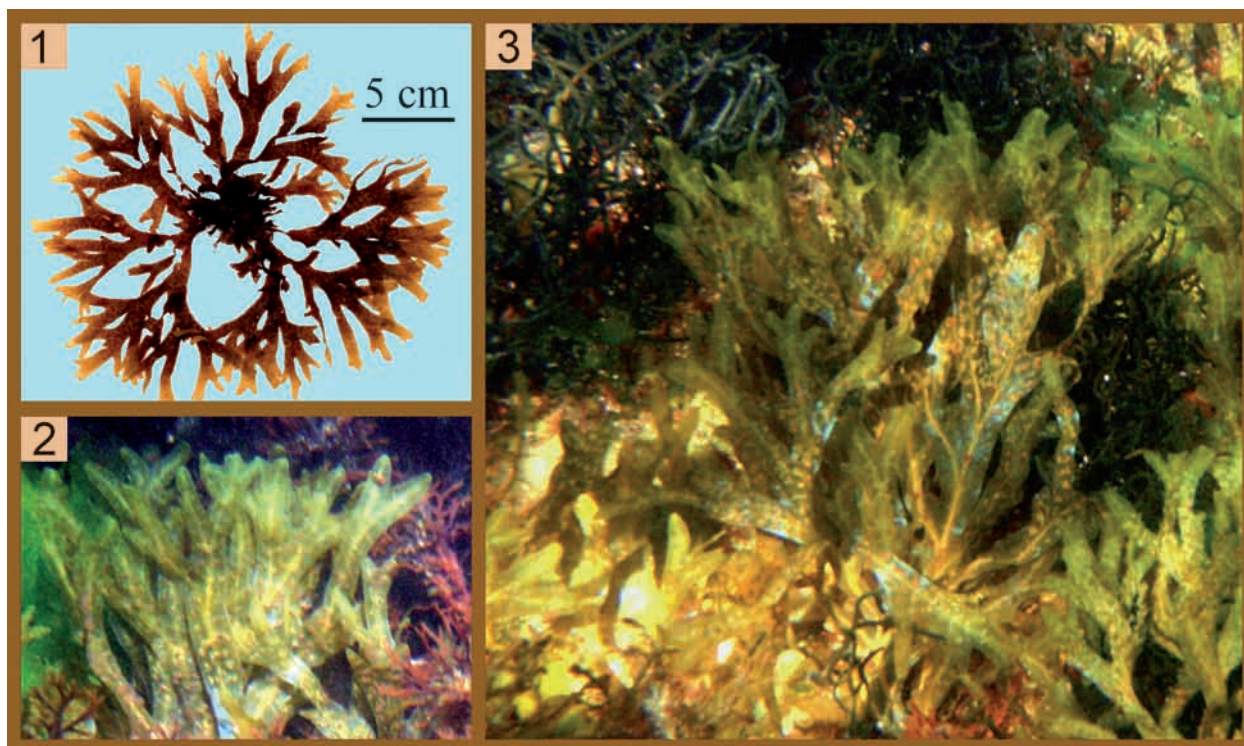


<p>1, 2. Fragments. 3. In algal communities overgrowing lobster farm constructions (Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p> <p>Thalli delicate, repent, overlapping each other, forming compact low turfs, yellow-brown, greenish-brown to bluish-green iridescent. Branching irregular, dichotomous, subdichotomous. Blades strap-shaped, 2–4 (–6) mm wide, 95–150 mm thick. Margins entire, apices broad, rounded. Surface cells rectangular, sometimes irregular, arranged in longitudinal rows, (10) –25–33 mm wide, 25–60 mm long. In transverse section, medullary cells rectangular, 30–50×37.5–70 mm; cortical cells square, transversely elongated, 10–17×17–45 mm. Hairs in tufts, scattered. Rhizoids ventral, sometimes marginal, (14) –20–25 mm wide, to 800 mm long. Sporangia solitary or in groups, spherical, 70–85 mm diam. Antheridial sori 75–90 (–125) mm diam. Growing tightly adhering to dead corals, rocks or epiphytic, intertidal to 2–4 m deep in protected or in moderate exposed to wave action localities.</p> <p><i>Note.</i> This species is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Philippines, Pacific Islands.</p>	<p>1, 2. Фрагменты. 3. В сообществе водорослей, обрастающих конструкций омаровой фермы в зал. Нячанг (Вьетнам).</p> <p>Слоевища тонкие, стелющиеся, перекрывающие друг друга, в компактных дернинах, желтовато-коричневого, зеленовато-коричневого до голубовато-зеленого переливчатого цвета. Ветвление неправильное, дихотомическое, субдихотомическое. Ветви линейные, 2–4 (–6) мм шир., 95–150 мкм толщ., с цельными краями. Верхушки широкие, округлые. Клетки с поверхности прямоугольные, иногда неправильные, в продольных рядах, (10) –25–33 мкм шир., 25–60 мкм дл. На поперечном срезе клетки сердцевинны прямоугольные, 30–50×37.5–70 мкм; клетки коры квадратные, поперечно вытянутые, 10–17×17–45 мкм. Волоски в пучках, разбросаны. Ризоиды вентральные, иногда по краям, (14) –20–25 мкм шир., до 800 мкм дл. Спорангии одиночные или в группах, сферические, 70–85 мкм в диам. Сорусы с антеридиями 75–90 (–125) мкм в диам. Растут, плотно прилегая к мертвым кораллам, скалам или эпифитно, на защищенном мелководье и с умеренным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, на Филиппинах, в Малайзии, на Тихоокеанских островах.</p>
---	--

<i>Dictyota mertensii</i> (Martius) Kützing	Диктиота Мертенса
	
<p>1. Habit. 2. Branch. 3, 4. Plants growing on net constructions of lobster farm in Nhatrang Bay (Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Отдельная ветвь. 3, 4. Растения на сетчатых конструкциях омаровой фермы в зал. Нячанг (Вьетнам).</p>
<p>Thallus robust, erect, bushy, light- to dark-brown, greenish-brown, (5-) 10–20 cm high. Branching repeatedly alternate-dichotomous. Branches strap-shaped, 2.5–6 (–10) mm wide, broadest below the dichotomies, narrowest near apices, 80–120 mm thick, with spines at margins. Segments in between the dichotomies decrease in length from the base to the distal ends of the thallus. Apices rounded to obtuse in young thalli and aculeate or dentate in mature thalli. Surface cells rectangular, arranged in regular rows. In transverse section, medullary cells rectangular, to 100 mm thick, cortical cells square-roundish, 15–20 mm thick. Hairs in tufts, scattered. Sporangia solitary or in linear clusters. Oogonia 80–100 mm diam., solitary or in groups of 2–3. Attachment by discoid holdfast. Growing on hard substrate, low intertidal to subtidal.</p> <p><i>Note.</i> This species is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Philippines, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище жесткое, прямостоячее, кустистое, темно-коричневого, зеленовато-бурого цвета, (5-) 10–20 см выс. Ветвление повторно поочередно дихотомическое. Ветви линейные, 2.5–6 (–10) мм шир., 80–120 мкм толщ., с шипами по краям. Сегменты между разветвлениями укорачиваются от основания к верхушкам слоевища. Верхушки от округлых до тупоконечных у молодых растений; зубчатые или с шипами у взрослых. Коровые клетки с поверхности прямоугольные, располагаются рядами. На поперечном срезе сердцевинные клетки прямоугольные, до 100 мкм толщ.; коровые клетки квадратно-округлые, 15–20 мкм толщ. Волоски в пучках, разбросаны по слоевищу. Спорангии одиночные или в линейных группах. Оогонии 80–100 мкм в диам., одиночные или в группах по 2–3. Прикрепление дисковидной подошвой. На камнях в нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические моря Атлантического и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: в Японии, Китае, Вьетнаме, на Филиппинах, Тихоокеанских островах.</p>

Dictyopteris divaricata (Okamura) Okamura

Диктиоптерис растопыренный



1. Habit. 2, 3. Plants on rocks in low intertidal (Peter the Great Bay, Russia).

1. Внешний вид растения. 2, 3. Нижняя литора-ль зал. Петра Великого (Россия).

Thallus flat, with percurrent midrib and veins, bushy, 10–20 cm high, yellowish-brown to olive, sometimes iridescent under water. Branching irregular di-, trichotomous or sometimes pinnate in flabellate manner, forking at acute angles. Blades membranous, broadly-linear, 10–25 mm wide, almost of equal width or gradually decreasing in width towards the base. Apices bifurcate, emarginate or ligulate. The midrib at the basal part tomentose and prominent. In transverse section blade consist of cortical one-layer small densely pigmented cells; medulla consists of 2–4 layers of rectangular, square-roundish cells, to 29×35 mm and 10–14 layers at midrib. Surface hairs in tufts on both sides of the midrib. Sporangial and oogonial sori in oval or elongated groups develop in oblique rows also on both sides of the midrib. Attachment by stupose conical holdfast. Growing on rocks, near low-tide mark and deeper to 10 m, exposed to strong wave action.

Distribution. Tropics to temperate waters of Atlantic, Indian and Pacific Ocean. Common in Russia, Japan, Korea, China.

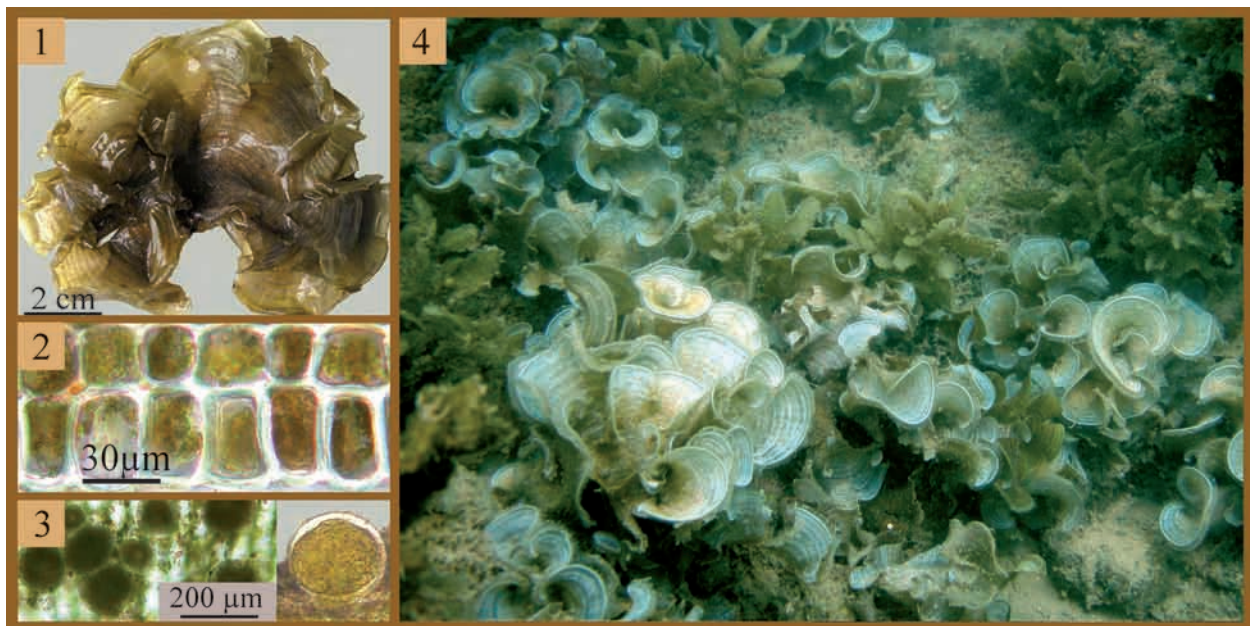
Слоевище плоское, со средним ребром и жилками, кустистое, 10–20 см выс., от желтовато-коричневого до оливкового цвета, иногда переливчатое под водой. Ветвление неправильное, ди-, трихотомическое или иногда перистое в одной плоскости. Пластины пленчатые, широколинейные (10–25 мм шир.) или сужающиеся к основанию, с цельными краями. Верхушки вильчатые, выемчатые или язычковатые. Ребро в основании опушенное. Пластина состоит из одного ряда пигментированных коровых клеток и 2–4 слоев прямоугольных, квадратно-округлых сердцевинных клеток до 29×35 мкм. Ребро состоит из 10–14 слоев клеток. Волоски в пучках, по обеим сторонам ребра. Спорангиальные и оогониальные сорусы в группах (овальных или продолговатых очертаний) по обеим сторонам ребра. Подошва коническая. Растет на скалах, в нижней литорали до глубины 10 м, на открытых побережьях.

Примечание. Обладает противораковой активностью.

Распространение. От тропиков до умеренных широт Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычен в странах АТР: России, Японии, Корее, Китае.

<p><i>Lobophora variegata</i> (J.V. Lamouroux) Womersley ex Oliveira</p>	<p>Лобофора пестрая</p>
	
<p>1. Habit. 2. Plant colonizing live coral (Okinawa, Japan). 3. Low intertidal (Sanya Bay, China). Insert: Plants overgrowing lobster farm constructions (Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Растение, оккупирующее живой коралл (Окинава, Япония). 3. В нижней литорали (зал. Санья, Китай). Вставка: на конструкциях омаровой фермы (о-в Мот, зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus blade-like, crust-like, fan-shaped, reniform, prostrate, solitary or clustered, overlapping, light brown, dark brown to orange with faint concentric zones and radiating yellowish lines. Blades 1–3 cm long, 2–8 cm broad, to 250 (–300) μm thick at basal portion and 80 μm thick near margins. Margins entire or sometimes split. In section, cortex composed of one layer of small darkly pigmented cubical cells, one-three layers of subcortical rectangular cells; medulla composed of one layer of central, large colorless cells. Surface hairs arranged in concentric bands. Sporangial sori scattered over both surfaces. Sporangia club-shaped, 50–90 μm diam., 80–150 μm long. Oogonial sori scattered; oogonia oval, 40×50 μm. Rhizoids numerous descending from the lower surface of the thallus. Growing loosely attached to intertidal and subtidal rocks, dead corals in moderately to strong exposed areas.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide, temperate to tropical latitudes of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, корковидное, веерообразное, почковидное, стелющееся, одиночное или в группах, перекрывающее друг друга, от светло-, темно-бурого до оранжевого цвета, с едва видимыми концентрическими и радиальными линиями. Пластины 1–3 см дл., 2–8 см шир., до 250 (–300) мкм толщ. у основания и 80 мкм толщ. у края. Края цельные или иногда расщепленные. На поперечном срезе кора состоит из одного ряда маленьких, темно-пигментированных кубических клеток, одного-трех слоев подкоровых прямоугольных клеток и одного слоя больших бесцветных центральных клеток. Спорангиальные сорусы разбросаны по обеим сторонам слоевища. Спорангии булабовидные, 50–90 мкм в диам., 80–150 мкм дл. Оогонии овальные, 40×50 мкм, в сорусах. Ризоиды многочисленные, на нижней стороне слоевища слабо прикрепляются к камням, мертвым кораллам. Растет на литорали и в сублиторали с умеренным и сильным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> Всюду, от умеренных до тропических широт Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

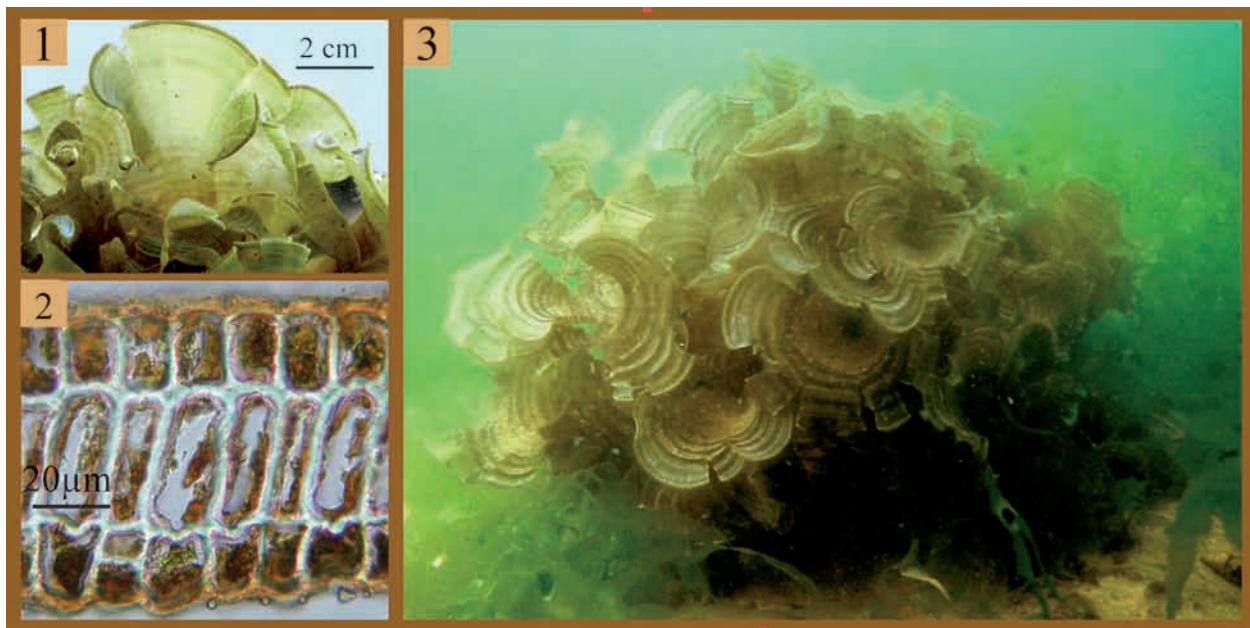
<i>Padina australis</i> Hauck	<i>Падина австралийская</i>
-------------------------------	-----------------------------



<p>1. Habit. 2. Transverse section. 3. Sporangia. 4. Upper subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam).</p> <p>Thallus blade-like, solitary or in clusters, 10–15 (–20) cm high, 2–8 cm broad, broadly flabellate, always split into lobes, yellowish-brown, lightly calcified. Lobes fan-shaped, flat with inrolled outer margins. Thallus distromatic through the whole blade, 80–115 μm thick near the base, 40–50 μm thick in the upper portion. Cells of the upper layer smaller than that of the lower one. Alternate zonation of narrow (1.5–2 mm) fertile glabrate band (with non-indusiate tetrasporangia) and the wider (2–3 mm) sterile band. Tetrasporangia obovate, (50–) 100–110 (–140) μm long and 70–90 (–118) μm diam., in continuous groups or scattered in concentric lines distal to every hair band on the outer surface. Hair bands alternated on the upper and lower surfaces. Attachment by single stypose holdfast (consisting of 7 layers of cells). Growing on middle intertidal to subtidal rocks and dead corals exposed to moderate wave action.</p> <p><i>Note.</i> Plants do not adhere to paper when dried.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Philippines, Indonesia, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Поперечный срез. 3. Спорангии. 4. Верхняя сублитораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p> <p>Слоевище пластинчатое, одиночное или в пучках, 10–5 (–20) см выс., 2–8 см шир., широко веерообразное, рассеченное на лопасти, желтовато-коричневого цвета, слегка кальцинированное. Лопасти плоские, с закрученными внутрь краями. Пластина двухслойная по всему слоевищу, 80–115 мкм толщ. у основания, 40–50 мкм толщ. в верхней части. Клетки верхнего слоя меньше клеток нижнего слоя. Узкая (1.5–2 мм) фертильная, неопушенная полоса (с тетраспорангиями без покрывальца) чередуется с более широкой (2–3 мм) стерильной полосой. Тетраспорангии развиваются на верхней поверхности слоевища, обратнойцевидные, (50–) 100–110 (–140) мкм дл., 70–90 (–118) мкм в диам., в непрерывных или разрозненных концентрических линиях, расположенных выше каждой полосы волосков, которые присутствуют на обеих сторонах слоевища. Прикрепление дисковидной паклеобразной подошвой (состоящей из 7 рядов клеток). Растет на скалах и мертвых кораллах в средней литорали и в сублиторали с умеренным волновым воздействием.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические моря Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>
--	--

<i>Padina boryana</i> Thivy	Падина Бори
	
<p>1, 2. Prostrate rhizomes with newly formed blade. 3. Habit. Low intertidal (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1, 2. Распростертые ризома с заростками пластины. 3. Внешний вид. Средняя литораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus blade-like, flabellate, often split into lobes in the upper portion, with entire margins, (3) –5–10 cm high, to 8 cm broad, yellowish-brown. Lightly calcified on the upper surface only. In cross section, blade composed of 3 layers of rectangular, thick-walled cells, 100–110 μm thick at the basal portion. Mid and apical portions composed of 2 layers of rectangular thin-walled cells (85–90 μm and 60–70 μm thick, respectively). Hairs develop in concentric bands on the upper surface of the thallus at intervals of 1.0–3.5 mm. Tetrasporangial sori in bands alternate with hair bands. Tetrasporangia to 120 μm diam. Antheridia (25\times31 μm) in patches develop on the ventral surface of the thallus. Attachment by disc-like stupose holdfast. Prostrate rhizomes are often produced from the stipe (consisting of 4 cell layers). Rhizomes compressed, about 1 mm broad. Growing on mid intertidal to upper subtidal rocks and dead corals of shores with moderate wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, веерообразное, часто рассеченное на лопасти в верхних частях, с цельными краями, (3) –5–10 см выс. и до 8 см шир., желтовато-коричневого цвета, слегка кальцинированное только на верхней стороне таллома. На поперечном срезе пластина в базальной части состоит из трех слоев прямоугольных толстостенных клеток, 100–110 мкм толщ. Средняя и апикальная части состоят из двух слоев прямоугольных тонкостенных клеток (85–90 мкм и 60–70 мкм толщ. соответственно). Волоски образуют концентрические полосы на верхней поверхности слоевища (с интервалом 1.0–3.5 мм), чередующиеся с полосами тетраспорангиальных сорусов. Тетраспорангии до 120 мкм в диам. Антеридии (25\times31 мкм) располагаются пятнами на нижней поверхности таллома. Прикрепление дисковидной паклеобразной подошвой, несущей ствол (из четырех рядов клеток). Из стволика часто развиваются распростертые ризома (сдавленные, до 1 мм шир.). Растет на скалах и мертвых кораллах в средней литорали и в верхней сублиторали побережий с умеренным волновым воздействием.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Атлантического, Индийского и Тихого, океанов. Обычна в Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии.</p>

<i>Padina gymnospora</i> (Kützinger) Sonder	Падина голоспоровая
---	----------------------------



<p>1. Habit. 2. Transverse section of thallus. 3. Upper subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam).</p> <p>Thallus flabellate, with broadly rounded lobes, sometimes split into narrower fan-shaped blades with inrolled outer margins. 4–8 (–22) cm high, 5–9 (–20) cm broad, Lightly calcified usually on the upper side, yellowish-brown, olive-brown. Blades at growing marginal (inrolled) portion composed of 2 cell layers, 50–60 μm thick, below becoming 3 cell layers through the thallus (75–110 μm thick), 4 cell thick near the stipe and stipe composed of up to 9 cell layers. Hairs develop in concentric bands on both sides of the thallus. Tetrasporangial sori develop median between the alternate (dorsal and ventral) hair bands. Tetrasporangia oval, cruciately divided, to 15×35 μm. Attachment by single stypose holdfast. Growing on low intertidal to upper subtidal rocks and dead corals in sheltered and moderately exposed to wave action shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide, in tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Поперечный срез слоевища. 3. Верхняя сублитораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p> <p>Слоевище веерообразное, с широкоокруглыми лопастями, иногда рассеченное на узкие вееро-видные пластины с завернутыми внутрь краями, 4–8 (–22) см выс., 5–9 (–20) см шир., слегка кальцинированное (обычно на верхней стороне слоевища), желтовато-, оливково-коричневого цвета. У растущего края слоевища (50–60 мкм толщ.) состоит из двух слоев клеток, ниже (по всему слоевищу) становится трехслойным (75–110 мкм толщ.), у основания (около ножки) состоит из 4 слоев; и до 9 слоев клеток в ножке. Волоски образуют концентрические полосы на обеих сторонах слоевища. Сорусы с тетраспорангиями занимают срединное положение между чередующимися (дорсальной и вентральной) полосами волосков. Тетраспорангии овальной формы, крестообразно разделенные, до 15×35 мкм. Растения прикрепляются паклеобразной подошвой. Растут на скалах и мертвых кораллах в литоральной и в верхне-сублиторальной зонах защищенных и подверженных умеренному волновому воздействию побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> Всюду в тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии.</p>
---	--

ORDER DESMARESTIALES
FAMILY DESMARESTIACEAE

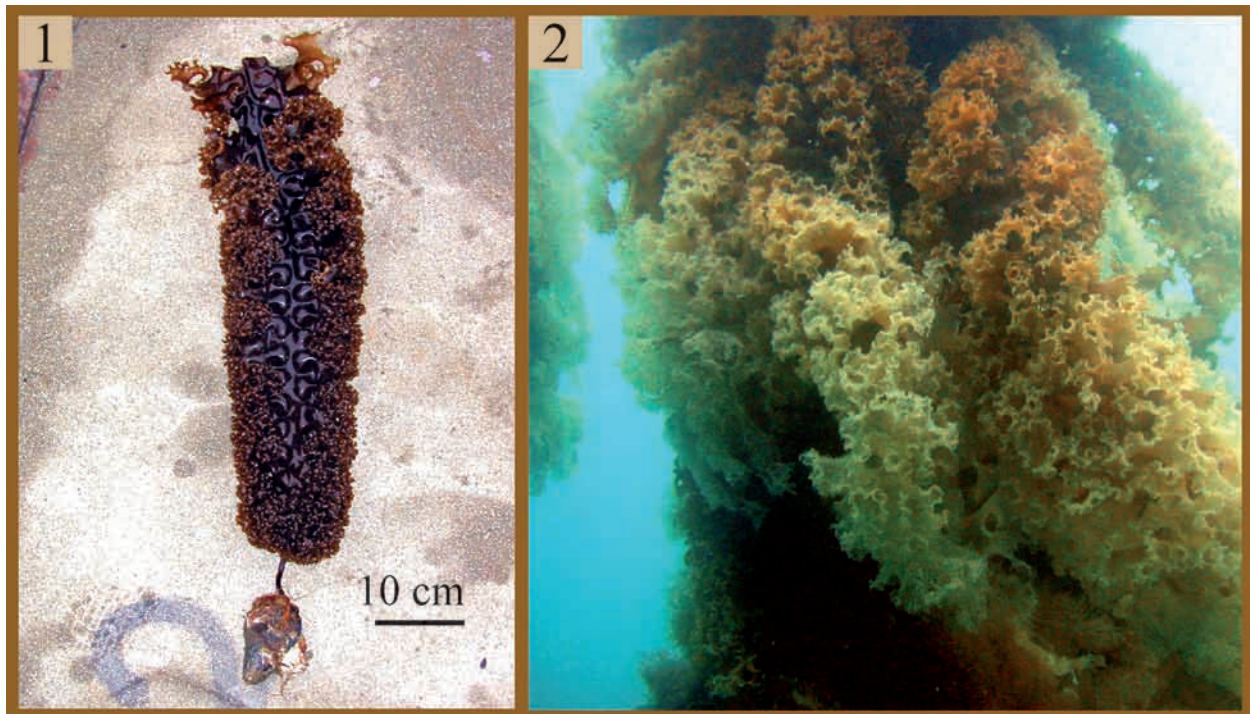
<i>Desmarestia viridis</i> (O.F. Müller) J.V. Lamouroux	<i>Десмарестия зеленая</i>
--	----------------------------



Upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Photo of O.S. Belous.	Верхняя сублитораль (зал. Петра Великого, Россия). Фото. О.С. Белоус.
<p>Thallus soft, bushy, light-brown, brown or olive (becoming green when exposed to air), 0.4–0.8 (–2.0) m high. Stipitate and lower main axis portion cylindrical. Main axis (1.5 to 3 mm diam. at base) percurrent, cartilaginous, fragile, cylindrical or slightly compressed, oppositely or sometimes alternate branched. Branching abundant, to 4–6 (–7) orders. Primary branches near to cylindrical at base, slightly compressed above, pinnately branched, gradually becoming thinner to apices. Branchlets soft, fine, hair-like, to 0.1 mm in diam. Attachment by small lobed discoid holdfast. Growing on rocky, stony, muddy-sandy and sandy bottom, in littoral (in spring and autumn), in subtidal to 40 (–45) m depth (in summer), in sheltered to open shores.</p> <p><i>Note.</i> A source of agglutinin.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic-boreal waters of Atlantic and Arctic Seas, boreal waters of Pacific Ocean. Common in the Asian-Pacific countries: Russia, Japan, China.</p>	<p>Слоевище мягкое, кустистое, светло-коричневого, коричневого или оливкового цвета (зеленеющее на воздухе), 0.4–0.8 (–2.0) м выс. Стебельковая и нижняя части главного побега цилиндрические. Главный побег (до 1.5 мм в диам. в основании), простирающийся от основания до верхушки, хрящеватый, ломкий, цилиндрический или слегка сдавленный, супротивно или поочередно разветвленный. Ветвление обильное, 4–6 (–7) порядков. Ветви первого порядка почти цилиндрические в основании, слегка сжатые выше, перисто разветвленные, постепенно утончающиеся к верхушкам. Веточки мягкие, тонкие, волосовидные, до 0.1 мм в диам. Прикрепляется маленькой дисковидно-лопастной подошвой. Растет на скалистых, каменистых, илисто-песчаных и илистых грунтах, на литорали (весной и осенью) и в сублиторали до 40 (–45) м глуб. (летом), на защищенных и открытых участках побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до умеренных широт в северном полушарии. Обычна в странах АТР: России, Японии, Китае.</p>

ORDER LAMINARIALES
FAMILY LAMINARIACEAE

<i>Saccharina cichorioides</i> Miyabe	Сахарина цикориеподобная
---------------------------------------	--------------------------

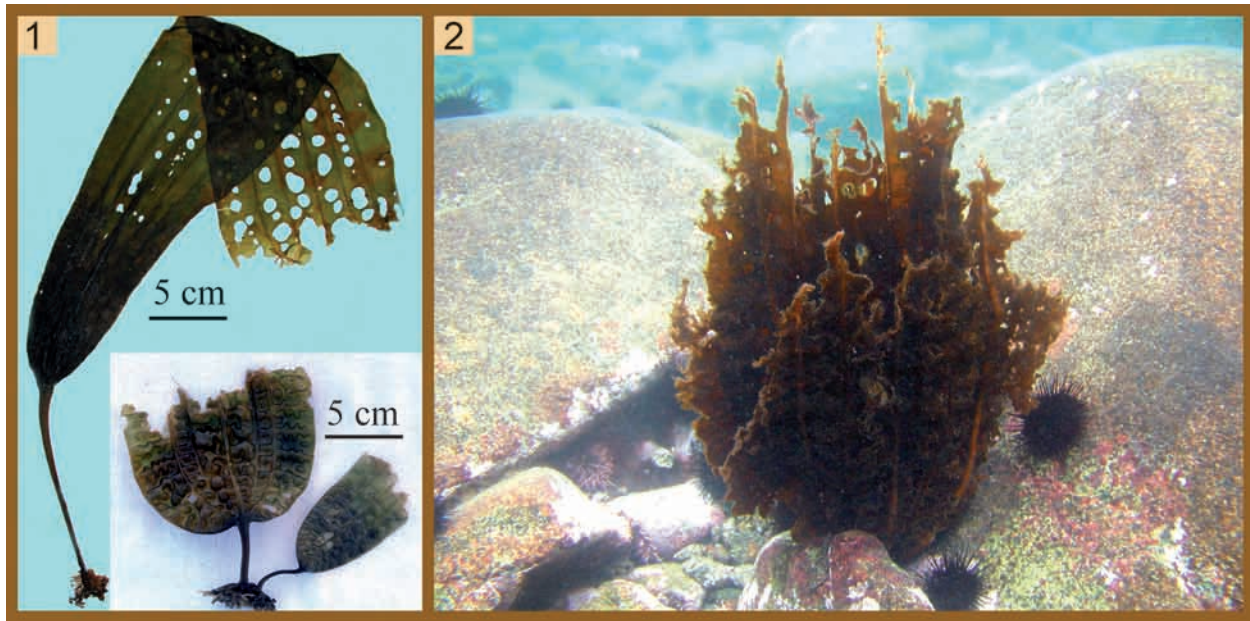


<p>1. Habit. 2. Plants overgrowing buoys at 2 m depth (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Photo O.S. Belous.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Растения, обросшие буи на глубине 2 м в зал. Петра Великого (Японское море, Россия). Фото О.С. Белоус.</p>
<p>Thallus blade-like, broadly linear, linear-lanceolate, thick-coriaceous, smooth, 1.5–4 m long, 10–30 cm broad, olive-brown, brown. Stipe cylindrical or slightly compressed at base, compressed above, to 7 mm in diam., and to 10 cm long. The blade with roundish base and with two rows of bullae along the middle line. Margins thin, curled or undulate. Mucilage ducts present in blade and stipe. Sporangial sori in patches develop on both surfaces of thallus and do not coincide in outline. Attachment by rhizoids. Growing on rocky, stony with sand and shells, on muddy-sandy bottom with stones, below low tide mark to 10–12 (–20) m depth, in sheltered and moderately exposed shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate latitudes of Asian coast of Pacific Ocean (Okhotsk Sea, Sea of Japan). Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea and Russia.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, широколинейное, линейно-ланцетовидное, толстокожистое, гладкое, 1.5–4 м дл., 10–30 см шир., оливково-коричневого или коричневого цвета. ножка цилиндрическая или слегка сдавленная в основании, выше сдавленная (до 7 мм в диам. и до 10 см дл.). Пластина с округлым основанием и с двумя рядами пузырей вдоль средней линии. Края тонкие, курчавые или волнистые. Слизистые ходы присутствуют в пластине и ножке. Спорангиальные сорусы развиваются на обеих сторонах пластины и не совпадают друг с другом в очертаниях. Прикрепление ризоидами. Растет на скалистом, каменистом с песком и ракушей и на илисто-песчаном с камнями грунтах, в сублиторали до глубины 10–12 (–20) м, в защищенных и подверженных умеренному волнению побережьях.</p> <p><i>Распространение.</i> Умеренные широты приазиатской части Тихого океана (Охотское, Японское моря). Обычна в странах АТР: Японии, Корее и России.</p>

<i>Saccharina japonica</i> Areschouge	Сахарина японская
	
<p>1. One of the authors holds drying plants for food (Khasan Region, Russia). 2. Plants growing in intertidal (in August after storm). during low (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Один из авторов книги за сушкой морской капусты для еды (Хасанский район, Россия). 2. Растения в нижней литорали, после шторма (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus blade-like, broadly linear, linear-lanceolate, coriaceous, smooth, 2–6 (–10) m long, 20–25 (–40) cm broad, olive-brown to dark-brown. Stipe cylindrical or slightly compressed at base, flattened above and gradually develop into cuneate base of blade which become rounded with age. The blade at the base slightly asymmetrical. Percurrent strip (to 5 mm thick) along the middle line of the blade occupy to almost half of the blade width. The blade ruffled on both sides of the strip. Margins thin, entire or undulate. Mucilage ducts present in blade, stipe and rhizoids. Sporangial sori in patches develop on both surfaces of thallus and do not coincide in outline. Attachment by branched rhizoids to rocks, stones, pebbles and shells. Growing in low intertidal and subtidal, at depth of 0.5–15 (–20) m, exposed to strong wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate latitudes of Asian coast of Pacific Ocean (Sea of Japan, Yellow Sea). Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China and Russia.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, широко-линейное, линейно-ланцетовидное, кожистое, гладкое, 2–6 (–10) м дл., 20–25 (–40) см шир., от оливково- до темно-коричневого цвета. Ножка цилиндрическая или слегка сдавленная в основании, уплощенная выше и постепенно переходящая в клиновидное (слегка асимметричное) основание пластины, которое с возрастом становится округлым. Гладкая полоса (до 5 мм толщ.), занимающая почти половину ширины пластины, простирается от основания до верхушки вдоль центральной линии. Пластина складчатая по обеим сторонам гладкой полосы. Края тонкие, цельные или волнистые. Слизистые ходы присутствуют в пластине, ножке и в ризоидах. Спорангиальные сорусы развиваются на обеих сторонах пластины и не совпадают друг с другом в очертаниях. Прикрепляется разветвленными ризоидами к скалам, камням и раковинам в нижней литорали и в сублиторали, на глубине 0.5–15 (–20) м, в местах подверженных сильному волнению.</p> <p><i>Распространение.</i> Умеренные широты приазиатской части Тихого океана (Японское, Желтое моря). В странах АТР: Японии, Корее, Китае и России.</p>

FAMILY COSTARIACEAE

<i>Costaria costata</i> Kützing	<i>Костария ребристая</i>
---------------------------------	---------------------------



<p>1. Habit (narrow and broad blades). 2. Upper intertidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Photo O.S. Belous.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Верхняя сублитораль (зал. Петра Великого, Японское море, Россия). Фото О.С. Белоус.</p>
<p>Thallus consisting of blade, stipe and branched rhizoids. The blade linear-lanceolate, broadly linear to oval, coriaceous, smooth, 1.0–2.0 m long, (5) –10–30 cm broad, olive to brown, with five percurrent longitudinal prominent ribs coming together at the base. The middle rib and ribs near to margins prominent on one side and two other ribs (in between the midrib and marginal ribs) prominent on the other side of the blade. Spaces between the ribs smooth or with bullae. Narrow blades with cuneate bases and broad blades with oval and broadly cordate bases. Margins flat, slightly undulate or entire. Stipe cylindrical at base, compressed above and with marked furrows. Sporangial sori in patches scattered over surface of the thallus. Growing on rocky, stony and muddy-sandy bottom with stones, boulders and blocks, in low intertidal to upper subtidal (to 10 m depth), at shores exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic to temperate waters of Pacific Ocean (from Alaska to Hokkaido Island). Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea and Russia.</p>	<p>Слоевище состоит из пластины, стволика и разветвленных ризоидов. Пластина линейно-ланцетовидная, широколинейная до овальной, кожистая, гладкая, 1.0–2.0 м дл., (5) –10–30 см шир., от оливкового до коричневого цвета, с пятью продольными ребрами, простирающимися от основания до верхушки, сходящимися у основания пластины. Среднее ребро и ребра, прилегающие к краям, выступают с одной стороны пластины, а два других ребра (между средним и краевыми) – на другой стороне. Пространство между ребрами гладкое или с пузырями. Узкие пластины с клиновидным основанием, широкие – с овальным или широкосердцевидным. Края пластины плоские, слегка волнистые или гладкие. Ножка цилиндрическая в основании, выше сжатая, с выраженными бороздками. Растет на скалах, валунах, илисто-песчаном с камнями грунте, в нижней литорали и верхней сублиторали, на побережьях с умеренным и сильным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> От арктических до умеренных вод Тихого океана (от Аляски до Хоккайдо. Обычна в странах АТР: Японии, Кореи и России.</p>

FAMILY ALARIACEAE

<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar	<i>Ундария перистонадрезная</i>
--	---------------------------------

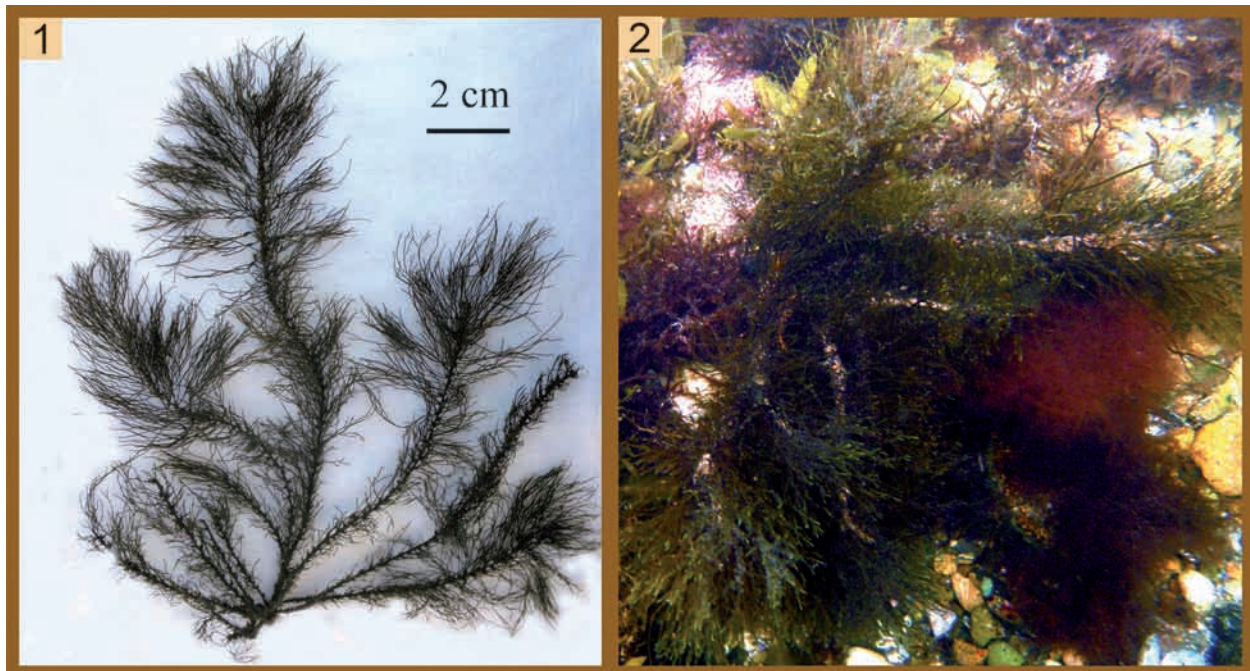


Samples from Peter the Great Bay (Sea of Japan, Russia). Photo of A.V. Skriptsova.	Образцы из зал. Петра Великого (Японское море, Россия). Фото А.В. Скрипцовой.
<p>Thallus blade-like, flat, oval, broadly-lanceolate to triangular in outline, pinnately parted, with midrib, soft, smooth, lubricous, 0.5–1 (–1.5) m long, 0.5–1 (–1.5) cm broad, olive to dark-brown. Stipe flattened gradually transform into flat midrib of the blade. In transverse section the blade consist of superficial meristematic cell layer, cortex and medulla. Meristematic cells small, densely arranged; cortical cells large, loosely arranged and medulla composed of entangled filaments. Sporangia develop in slimy undulate-folded sporophylls on both sides of the stipe. Gametophyte microscopic composed of branched filaments. Attachment by dichotomously branched rhizoids. Growing on rocks, stones, in low intertidal to 15 m deep, in open and sheltered shores.</p> <p><i>Note.</i> This seaweed is widely cultivated and used in China, Japan and Korea.</p> <p><i>Distribution.</i> In temperate waters of Atlantic and Pacific Oceans (Sea of Japan, Yellow Sea). Common in the Asian-Pacific countries: Russia, Japan, Korea and China.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, плоское, овальное, от широколанцетовидного до треугольного, перисто рассеченное, со средним ребром, гладкое, скользкое, от оливкового до темно-коричневого цвета, 0.5–1 (–1.5) м дл., 0.5–1 (–1.5) см шир. Ножка уплощенная, постепенно переходящая в плоское ребро пластины. Пластина состоит из поверхностного слоя меристематических клеток, коры и сердцевины. Меристематические клетки мелкие, плотно расположенные; клетки коры крупные, свободно расположенные; сердцевина состоит из переплетенных нитей. Спорангии развиваются в слизистых волнисто-складчатых спорофиллах, расположенных на обеих сторонах ножки. Гаметофит микроскопический, состоит из разветвленных нитей. Прикрепляется дихотомически разветвленными ризоидами. Растет на скалах, камнях, в нижней литорали и в верхней сублиторали (до 15 м глуб.) на открытых и защищенных участках побережья.</p> <p>Широко культивируется и используется в Китае, Японии и Корее.</p> <p><i>Распространение.</i> В умеренных водах Атлантического и Тихого океанов (Японское и Желтое моря). Обычна в странах АТР: Японии, Корее, Китае и России.</p>

ORDER FUCALES
FAMILY SARGASSACEAE

Coccophora langsdorffii (Turner) Greville

Коккофора Лангсдорфа



1. Habit. 2. Upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).

1. Внешний вид растения. 2. На каменистом грунте в верхней сублиторали (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).

Thallus perennial, dark-brown to almost black, wiry, bushy (to 50 cm high) composed of basal discoid holdfast and short, cylindrical stipe bearing some erect axes. Branching radial. At the base branches covered with scale-like phylloids (of the second year), in spiral manner. Phylloids ligulate, 5–7 mm long, 1 mm wide, commonly deciduous. In the middle and upper parts of the branches, phylloids are filamentous, branched, 10–17 cm long. Some of phylloids near the tips of branches transform into ovoid or spherical receptacles. Growing on rocky, sandy with stones bottom, in low intertidal to upper subtidal (in open and semi sheltered shores).

Note. Source of phycoidan and alginates.

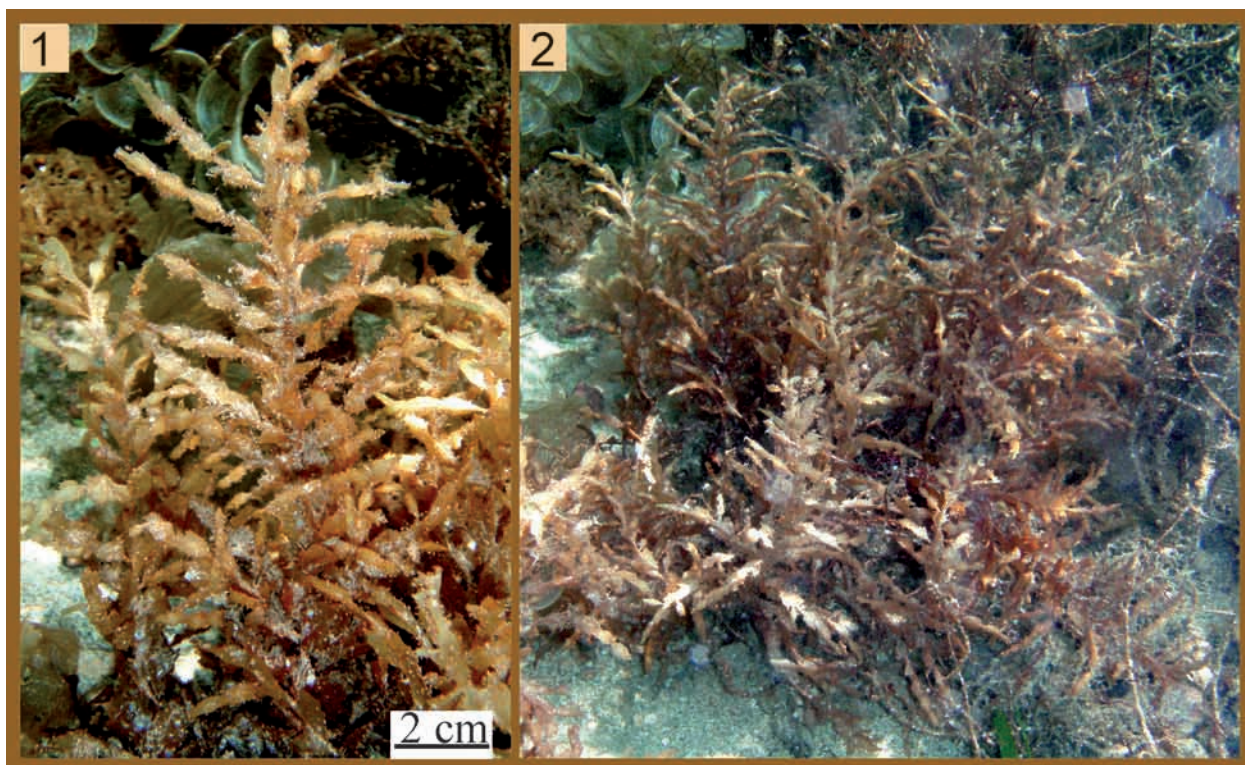
Distribution. Pacific Ocean (northern coast of Hokkaido Island in the Okhotsk Sea; Honshu Island in the Sea of Japan). Common in Russia.

Слоевище многолетнее, от темно-коричневого до почти черного цвета, жесткое, кустистое (до 50 см выс.), состоит из дисковидной подошвы, короткой цилиндрической ножки, несущей несколько вертикальных побегов. Ветвление радиальное. В основании ветви покрыты чешуевидными филлоидами. Выше филлоиды язычковые, 5–7 мм дл., 1 мм шир., обычно опадающие. В средней и верхних частях ветвей филлоиды нитевидные, разветвленные, 10–17 см дл. Некоторые филлоиды около верхушек превращаются в рецептакулы яйцевидной или сферической формы. Растет на скалистом, песчаном с камнями грунтах, на открытом и полузащищенном мелководье.

Примечание. Источник фукоидана и альгинатов.

Распространение. Тихий океан (северное побережье о-ва Хоккайдо в Охотском море, о-в Хонсю в Японское море). Обычна в России.

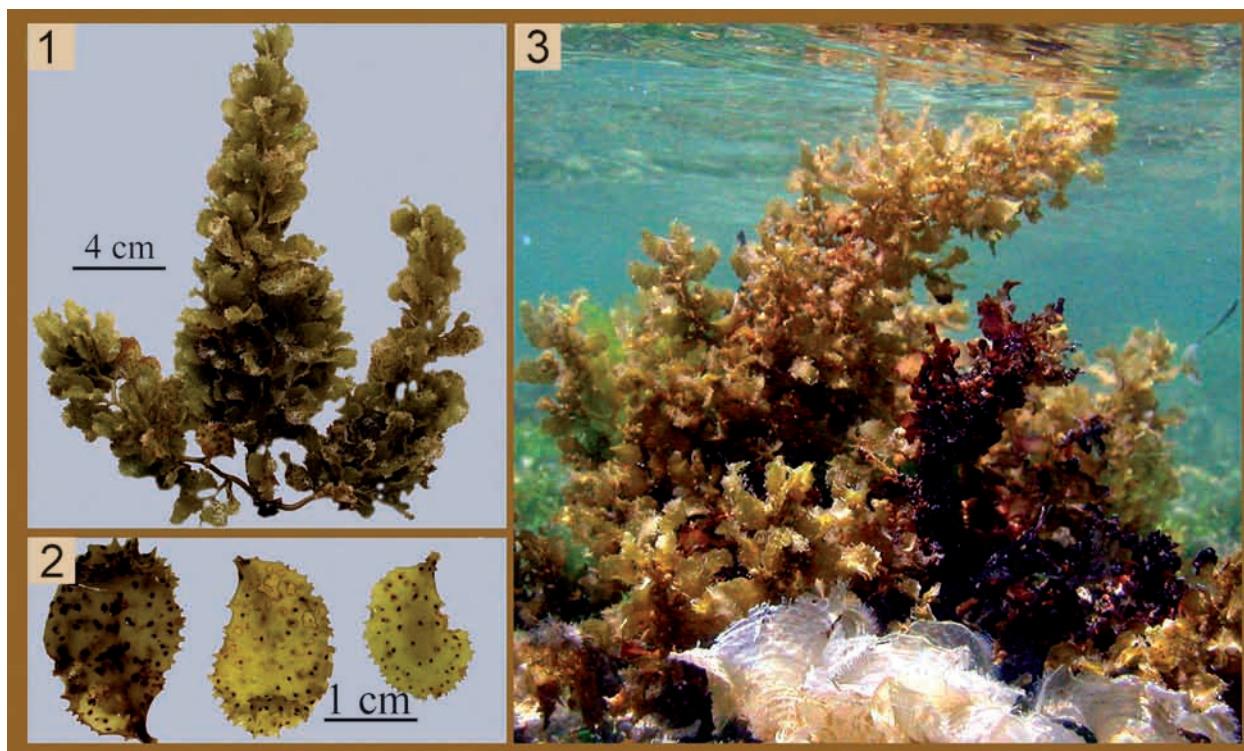
<i>Hormophysa cuneiformis</i> (J.F. Gmelin) P.C. Silva	Хормофиза клиновидная
--	------------------------------



1. Habit. 2. Upper subtidal (Con Dao Island, Vietnam).	1. Внешний вид. 2. Верхняя сублитораль (о-в Кон Дао, Вьетнам).
<p>Thallus bushy, caespitose, 20–50 cm high, yellowish-brown, greenish or dark brown. Main axis terete bearing irregularly, alternately arranged branches in all directions. The branches are foliaceous, consisting of cylindrical axes (1–2 mm in diam.) with leaf-like wings in two-three planes. The wings (0.5–3 cm long) are interrupted at intervals and then proliferating into new wings or branches; the upper portions of the wings truncated, cuneate at the base; margins with large teeth. Vesicles oblong or ellipsoidal, 5–10 mm long, develop in the middle of the swollen wings. Attachment by discoid holdfast. Growing on the lower intertidal to subtidal rocks, in tidal pools, often in association with <i>Sargassum</i> in moderately wave exposed areas.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the southern Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище кустистое, дернистое, 20–50 см выс., желтовато-коричневого, зеленоватого или темно-коричневого цвета. Главная ось вальковатая, несущая неправильно, поочередно расположенные ветви со всех сторон. Ветви листовидные, состоящие из цилиндрической оси (1–2 мм в диам.) с листовидными крыльями в двух-трех направлениях. Крылья (0.5–3 см дл.) прерываются с интервалом и затем прорастают в новые крылья или ветви; верхние части крыльев усеченные, клиновидные в основании; края с большими зубцами. Пузыри продолговатые или эллипсоидные, 5–10 см дл., образуются в средней части раздутых крыльев. Прикрепляется дисковидной подошвой. Растет на скалах в нижней литорали и верхней сублиторали, в литоральных лужах, часто в ассоциации с <i>Sargassum</i>, в местах, подверженных умеренному воздействию волн.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Индийского и Тихого океанов. Обычна в южных странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии.</p>

Sargassum aquifolium (Turner) J. Agardh

Саргассум остролистный



1. Habit. 2. Phylloids. 3. Low intertidal (Son Hai, Ninh Huan Province, Vietnam).

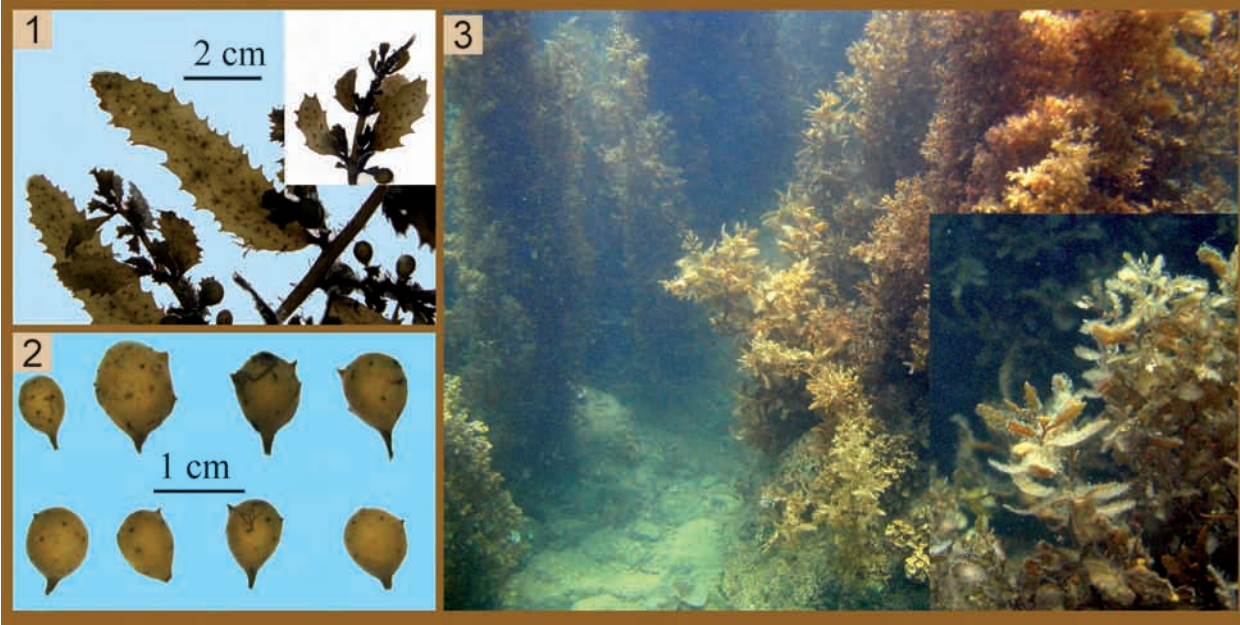
1. Внешний вид. 2. Филлоиды. 3. В нижней литорали зал. Шон Хай (Вьетнам).

Thallus tough, to 1 m high. Main axis short, cylindrical, smooth, 5–10 mm high, to 2 mm diam. Primary branches compressed, smooth, bearing secondary cylindrical branches arranged alternately. Phylloids alternate, of equal thickness, elliptical to oblong, to 3 cm long, 1.0–2.0 cm broad, with slightly asymmetrical or cuneate at base and with short stalk. Tips rounded with thick two-edged margins. Margins undulate, with double rows of coarse teeth. Midrib vanishing at the middle or upper part of phylloids. Vesicles spherical to oblong or elliptical, slightly compressed, with spines or foliose wings at margins, 10 (–15) mm long, 5–10 mm wide. Stalk flattened or foliaceous, sometimes serrate at margins. Cryptostomata scattered on both surfaces of phylloids and vesicles. Receptacles compressed, dentate, forked, in compact clusters. Holdfast conical-discoid, 1.0 cm diameter. Growing on rocky, bottom, in low intertidal to upper subtidal (in open shores).

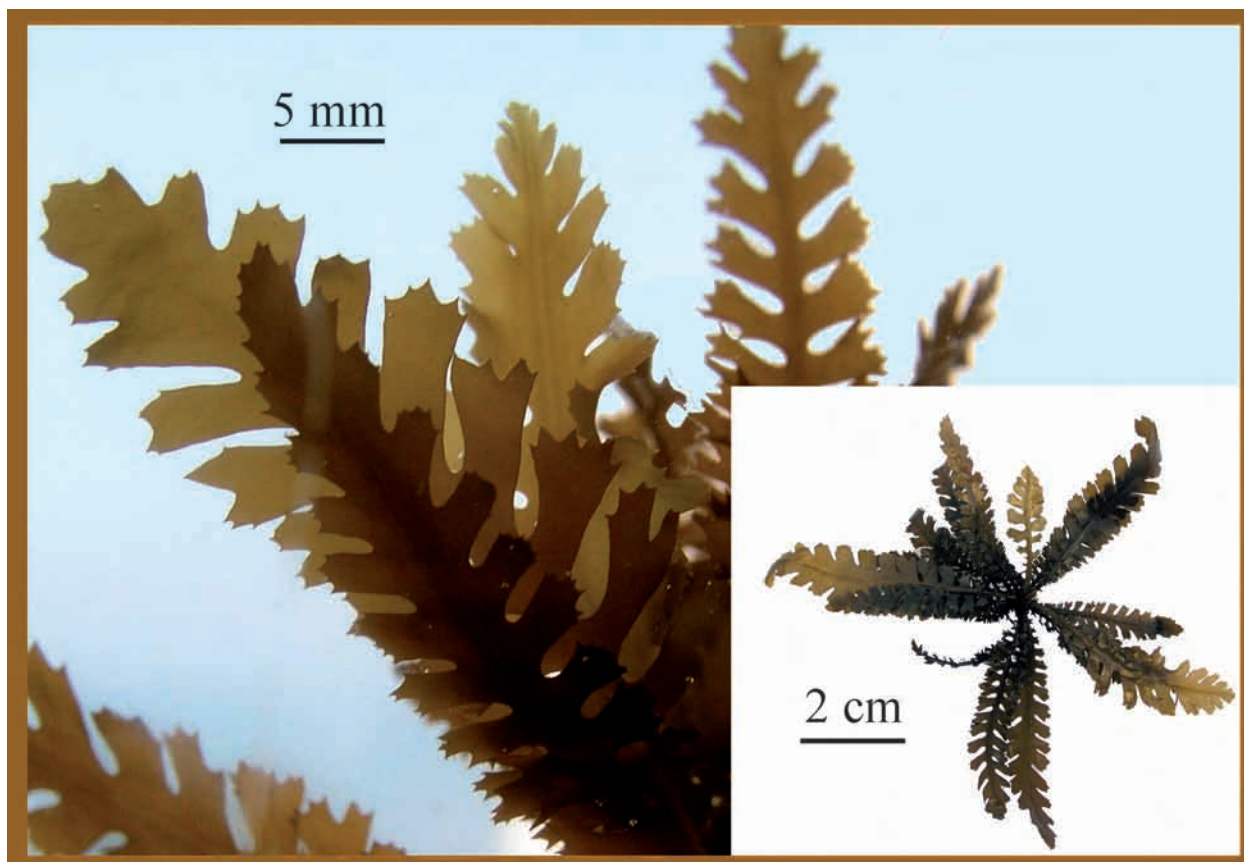
Distribution. Tropical and subtropical waters of Atlantic and Indian Oceans.

Слоевище жесткое, до 1 м выс. Главный побег короткий, цилиндрический, гладкий, до 2 мм в диам. Ветви первого порядка сжатые, гладкие, несущие поочередные цилиндрические ветви второго порядка. Филлоиды очередные, эллиптические, одинаковой толщины, до 3 см дл., 1–2 см шир., со слегка асимметричным или клиновидным основанием, на короткой ножке. Верхушки округлые, с толстыми двойными краями. Края волнистые, с грубыми зубцами. Ребро исчезающее в средней или верхней части филлоидов. Пузыри сферические, продолговатые или эллиптические, слегка приплюснутые, с шипами или листовидными крыльями по краям, 10 (–15) мм дл., 5–10 мм шир. Ножка уплощенная или листовидная, иногда с зубчатыми краями. Криптосомы на обеих сторонах филлоидов и на пузырях. Рецептакулы сжатые, зубчатые, разветвленные. Подошва коническо-дисковидная. Растет в нижней литорали и в сублиторали на каменистом грунте на открытых участках побережья.

Распространение. Тропики и субтропики Индийского и Тихого океанов.

<i>Sargassum denticarpum</i> T. Ajisaka	Саргассум зубчатоплодный
	
<p>1. Phylloids with irregularly dentate margins. 2. Vesicles. 3. Subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Филлоиды с неправильно зубчатыми краями. 2. Пузыри. 3. Верхняя сублитораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus tough, leathery, densely branched, to 1 m high, yellowish-brown. Main axis short, cylindrical, smooth, to 10 mm high, to 5 mm diam., bearing to five primary branches from the distal portion. Primary branches compressed, smooth, to 50 cm long, 5 mm broad at base and 3 mm at the distal portion, bearing secondary distichously arranged branches at intervals 5 cm. Phylloids elongate-ellipsoidal or linear-lanceolate, to 5 cm long, 2 cm broad, with asymmetrical base, short petiole and with acute apex. Margins irregularly dentate. Midrib distinct, evanescent or percurrent, sometimes spinose. Vesicles spherical or ellipsoidal, 8.5 mm long and 7 mm wide, apiculate, entire or with toothed wings at the margin or apex; shortly stalked. Stalk cylindrical or foliaceous, to 3 mm long. Cryptostomata distinct, irregularly scattered on both surfaces of phylloids, vesicles and stalk. Receptacles compressed or triquetrous, to 4 mm long, 1 mm broad, furcated with acutely dentate margins. Holdfast conical or discoid, to 1.4 cm diameter. Growing on hard substrates in the lower intertidal to subtidal zones.</p> <p><i>Distribution.</i> Vietnam.</p>	<p>Слоевище жесткое, кожистое, густо разветвленное, до 1 м выс. Главная ось короткая, цилиндрическая, гладкая, до 10 мм выс., 5 мм в диам., несущая до 5 ветвей первого порядка. Ветви первого порядка сжатые, гладкие, до 50 см дл, 5 мм шир. в основании и 3 мм вверху, несут двухрядные ветви второго порядка с интервалом 5 см. Филлоиды удлинненно-эллипсоидальные (до 5 см дл. и 2 см шир.), с асимметричным основанием, короткой ножкой и острыми верхушками. Край филлоидов неправильно зубчатые. Ребро отчетливое, исчезающее или простирающееся до верхушки филлоида, иногда покрытое шипами. Пузыри на короткой ножке, сферические или эллипсоидные, 8.5 мм дл. и 7 мм шир., остроконечные, цельные или с зубчатыми крыльями; ножка цилиндрическая или листовидная, до 3 мм дл. Криптосомы отчетливые, нерегулярно разбросаны на обеих сторонах филлоидов, пузырей и ножки. Рецептакулы сжатые или трехгранные, разветвленные, с острозубчатыми краями, до 4 мм дл. и 1 мм шир. Подошва коническая или дисковидная, до 1.4 см в диам. Растет на твердых субстратах нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Вьетнам.</p>

<i>Sargassum horneri</i> (Turner) C. Agardh	Саргассум Хорнера
---	-------------------

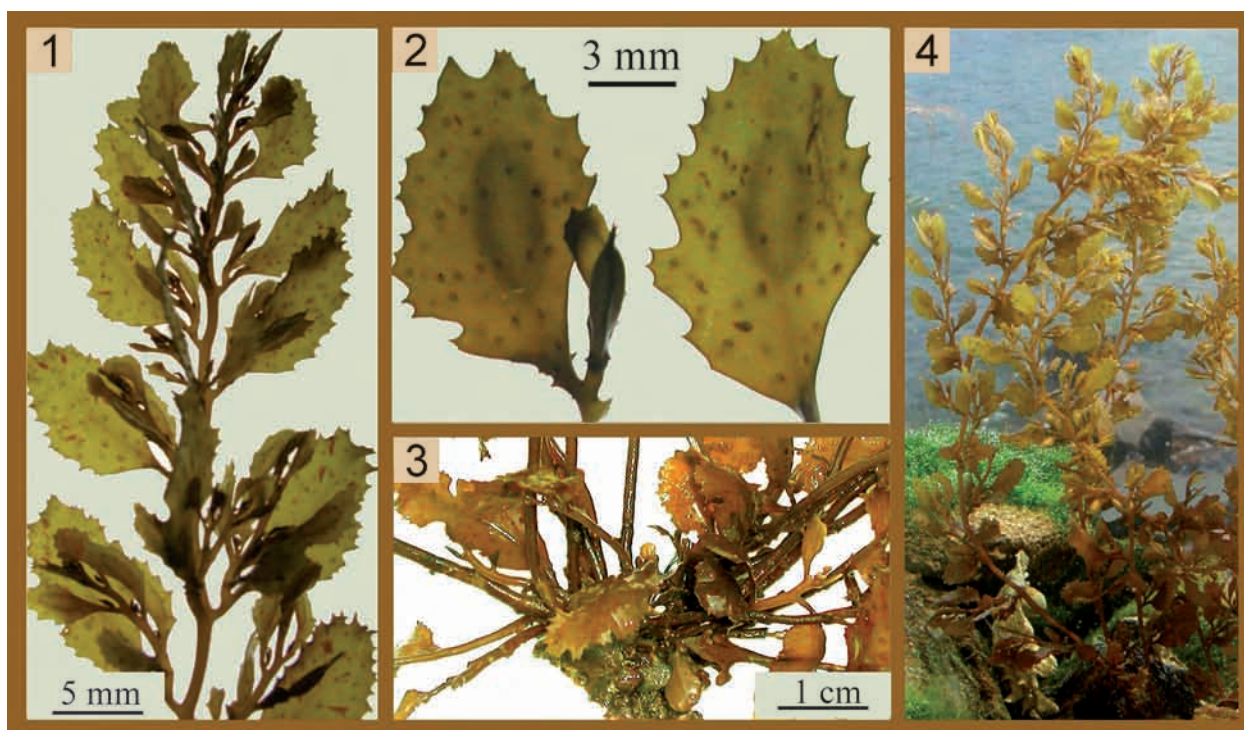


<p>Fragment of young plant (Qingdao, Yellow Sea, China). Insert: plantlet.</p>	<p>Фрагмент молодого растения (г. Циндао, Желтое море, Китай). Вставка: проросток.</p>
<p>Thallus densely branched, leathery, bushy, 2–5 m high, yellowish-brown. Stalk twisted, ribbed, cylindrical. Main axis to 3 mm in diam., cylindrical with furrows, bearing primary long branches. Phylloids alternately pinnately deeply parted, with prominent midrib; with sharp teeth on the top of segments, develop in the lower and middle portions of thallus. Vesicles stalked, cylindrical, elongated (3–5 diameters long), crowned with pinnatifid leaflet-like outgrowth, develop in upper portion of the thallus, on separate branchlets in alternate manner. Plants dioecious. Receptacles stout, simple, cylindrical gradually attenuating to acute apices: male receptacles more slender than female one. Holdfast rough, discoid, lobed. Growing on rocks in lower intertidal to subtidal (4 m depth).</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Pacific Ocean. In the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China, Vietnam, Philippines.</p>	<p>Слоевище густо разветвленное, кожистое, кустистое, 2–5 м выс., желтовато-коричневого цвета. Ножка искривленная, ребристая. Главная ось до 3 мм в диам., цилиндрическая, с продольными бороздками, несущая длинные ветви первого порядка. Филлоиды поочередно перисто глубоко рассеченные, с выпуклым срединным ребром, с острыми зубцами на вершинах сегментов, развиваются в нижней и средней частях таллома. Пузыри на ножке, цилиндрические, удлиненные (3–5 диаметров дл.), увенчаны перистонадрезными листочковидными выростами, развиваются в верхней части таллома, поочередно на отдельных веточках. Растения двудомные. Реceptакулы плотные, простые, цилиндрические, постепенно утончающиеся к острым верхушкам; мужские receptакулы более тонкие по сравнению с женскими. Подошва грубая, дисковидно-лопастная. Растет на скалах в нижней литорали и в сублиторали (4 м глуб.).</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Тихого океана. В странах АТР: Япония, Корея, Китай, Вьетнам, Филиппины.</p>

<i>Sargassum ilicifolium</i> (Turner) C. Agardh	<i>Саргассум дуболистный</i>
	
<p>1. Upper portion of branch. 2. Phylloids. 3. Receptacles and vesicle. 4. Upper subtidal (Nha-Trang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Верхняя часть ветви. 2. Филлоиды. 3. Рецептакулы и пузырь. 4. Верхняя сублитораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus tough, to 1 m high. Main axis cylindrical, warty, 3–20 mm high, bearing several primary branches. Primary and secondary branches slightly compressed, irregularly or alternately branched. Branchlets short, cylindrical, 5–7 cm long. Phylloids of primary and secondary branches shortly stalked, oblong-ellipsoidal, to lanceolate, linear-lanceolate, in the latter, with asymmetrical base and rounded apex; margins irregularly dentate-serrate; midrib distinct, vanishing towards tip. Phylloids of branchlets small, obovate, 10–15 mm long, 3–8 mm wide with indistinct midrib. Vesicles numerous, shortly stalked, spherical to obovate, sometimes slightly compressed, 3 (–5) mm; apex smooth, apiculate or with one-two teeth, often with ear-like wings. Cryptostomata present. Plant dioecious. Receptacles in racemose clusters, develop in axils of phylloids. Male receptacles terete, to 12 mm long. Female receptacles compressed at base, triquetrous above, dentate, to 5 mm long. Holdfast discoid.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище жесткое, до 1 м выс. Главная ось цилиндрическая, бородавчатая, 3–20 мм выс., несущая несколько ветвей первого порядка. Ветви первого и второго порядков слегка сжаты, неправильно или поочередно разветвлены. Веточки короткие, цилиндрические, 5–7 см дл. Филлоиды ветвей первого и второго порядков на короткой ножке, удлинненно-эллипсоидальные, ланцетовидные и линейно-ланцетовидные, с асимметричным основанием и округлой верхушкой; края неправильно зубчато-пильчатые; ребро отчетливое, исчезающее к верхушке. Филлоиды веточек обратнойцевидные, 10–15 мм дл., 3–8 мм шир., с неотчетливым ребром. Пузыри многочисленные, на короткой ножке, сферические до обратнойцевидных, иногда слегка приплюснуты, 3 (–5) мм шир.; верхушки короткоостроконечные или с 2–3 зубцами, часто с ушковидными крыльями. Растение двудомное. Рецептакулы в кистевидных пучках, развиваются в пазухах филлоидов. Мужские рецептакулы вальковатые, до 12 мм дл. Женские – сжатые в основании и трехгранные выше, зубчатые, до 5 мм дл. Прикрепляется дисковидной подошвой к твердым субстратам, в верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Индийского и Тихого океанов.</p>

Sargassum mcclurei Setchell

Саргассум Макклюра



1. Upper part of branch. 2. Vesicles. 3. Basal portion of plant. 4. Habit (in aquarium) (Nha-trang Bay, Vietnam).

1. Верхняя часть ветви. 2. Пузыри. 3. Базальная часть. 4. Внешний вид (в аквариуме из зал. Нячанг, Вьетнам).

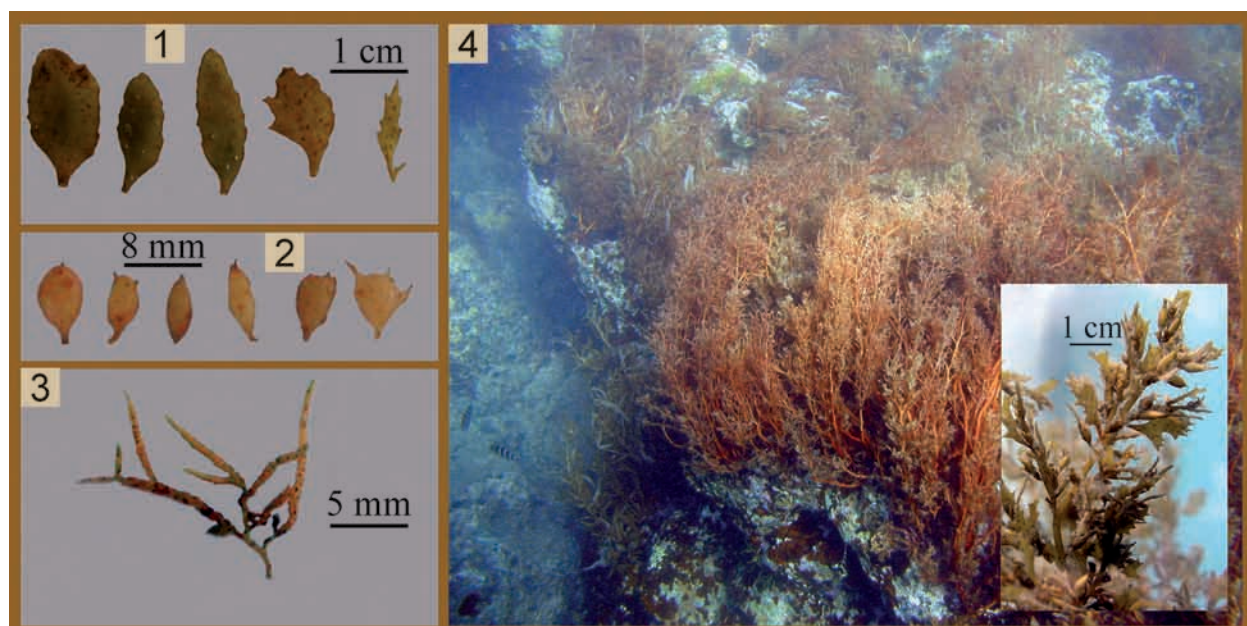
Thallus coarse, leathery, densely branched, yellowish-brown, to 2 m high. Main axis very short, terete, 5 mm high, bearing primary branches to 1.5 m long, smooth, flattened at base and cylindrical above, bearing secondary branches with branchlets. Phylloids cuneiform at base, obovoid to elliptical from the middle portion to tips, asymmetrical; midrib absent or indistinct, vanishing towards apex. Phylloids of secondary branches slightly broader than long with serrulate-dentate margins. Vesicle consisting of oval, elongate ellipsoid, flattened cyst embedded in phylloid. Cryptostomata prominent, scattered over the surface of phylloids. Plants dioecious: male receptacles elongate, elliptical, smooth, rarely dentate, borne in the axils of phylloids and vesicles. Female receptacles elongate, obcuneate or triquetrous, crowned with teeth on the apices. Attachment by simple expanded disc-like holdfast. Growing on lower intertidal to subtidal rocks exposed to moderate wave action.

Distribution. Tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans.

Слоевище грубое, кожистое, густо разветвленное, желтовато-коричневого цвета, до 2 м выс. Главная ось короткая, вальковатая, 5 мм выс. Главные ветви до 1.5 м дл., гладкие, сплюснутые в основании и цилиндрические выше, несущие ветви второго порядка с веточками. Филлоиды клиновидные в основании, обратнойцевидные в средней части слоевища до эллиптических у верхушек, асимметричные; ребро отсутствует или неотчетливое, исчезающее к верхушке; филлоиды у ветвей второго порядка с пильчато-зубчатыми краями. Пузыри состоят из овальных, удлинено-эллиптических приплюснутых цист, погруженных в филлоиды. Криптосомы выступающие, разбросаны по поверхности филлоидов. Растение двудомное: мужские рецептакулы удлиненные, эллиптические, гладкие, редко зубчатые, развиваются в пазухах филлоидов и пузырей; женские – удлиненные, обратноклиновидные или трехгранные, увенчанные зубчиками. Подошва распростертая дисковидная. Растет на скалах в литорали и сублиторали с умеренным волновым воздействием.

Распространение. Тропические и субтропические воды Индийского и Тихого океанов.

<i>Sargassum miyabei</i> Yendo [= <i>Sargassum kjellmanianum</i> Yendo]	Саргассум Миябе
---	------------------------



<p>1. Phylloids. 2. Vesicles. 3. Receptacles. 4. Habitat (Nhatrang Bay, Vietnam). Insert: upper part of the plant.</p>	<p>1. Филлоиды. 2. Пузыри. 3. Рецептакулы. 4. Верхняя сублитораль (зал. Нячанг, Вьетнам). Вставка: верхняя часть растения.</p>
<p>Thallus, coarse, densely branched, to 2.5 m high., Main axis cylindrical, 2–4 (–5) cm high. Primary branches smooth, triquetrous, terete, with furrows, bearing secondary short branches with branchlets. Phylloids obovate, cuneate to lanceolate, often asymmetric, to 4.5 cm long, 0.45 cm broad; slightly thickened along the medium line; with or without cryptosomata. Phylloids of branchlets small, cuneate, subcuneate-obovate to lanceolate, thin and papyraceous, slightly asymmetric, with a few cryptostomata (in rows along the medium line). Margins coarsely dentate. Vesicles shortly stalked, oval, ellipsoid sometimes slightly compressed, 3–4 mm broad, apiculate or with spine. Receptacles solitary, narrow, terete, tapering towards apices, in racemose clusters, develop in axils of ultimate phylloids. Attachment by broadened basal portion of stipe and horizontal creeping rhizoidal outgrowths (less than 1 cm long and 1 mm diam.) issuing from the holdfast. Growing on lower intertidal to subtidal rocks.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate to tropical waters of Pacific Ocean. Common in Russia, Japan, China, Korea, Philippines.</p>	<p>Слоевище грубое, густо разветвленное, до 2.5 м выс. Главная ось цилиндрическая, 2–4 (–5) мм выс. Ветви первого порядка гладкие, трехгранные, вальковатые, с бороздками, несут короткие ветви второго порядка с веточками. Филлоиды обратнойцевидные, клиновидные до ланцетовидных, часто асимметричные, до 4.5 см дл., 0.45 см шир., слегка утолщенные вдоль средней линии; с криптосомами или без них. Филлоиды веточек маленькие, клиновидные, до ланцетовидных, тонкие, слегка асимметричные, с несколькими криптосомами (в рядах вдоль средней линии). Края грубо зубчатые. Пузыри на короткой ножке, овальные, эллипсоидные, иногда слегка приплюснутые, 3–4 мм шир., короткоостроконечные или с шипом. Рецептакулы одиночные, узкие, вальковатые, сужающиеся к верхушкам, в кистевидных пучках, развиваются в пазухах конечных филлоидов. Прикрепляется расширенной базальной частью ножки и стелющимися ризоидальными выростами. Растет на скалах, в нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> В умеренных, субтропических и тропических водах Тихого океана. Обычен в России, Японии, Китае, Корее, на Филиппинах.</p>

Sargassum oligocystum Montagne

Саргассум малоцистный



1. Phylloids. 2. Vesicles. 3. Fragment with vesicles. 4. Habit (in aquarium). 5. Upper subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam).

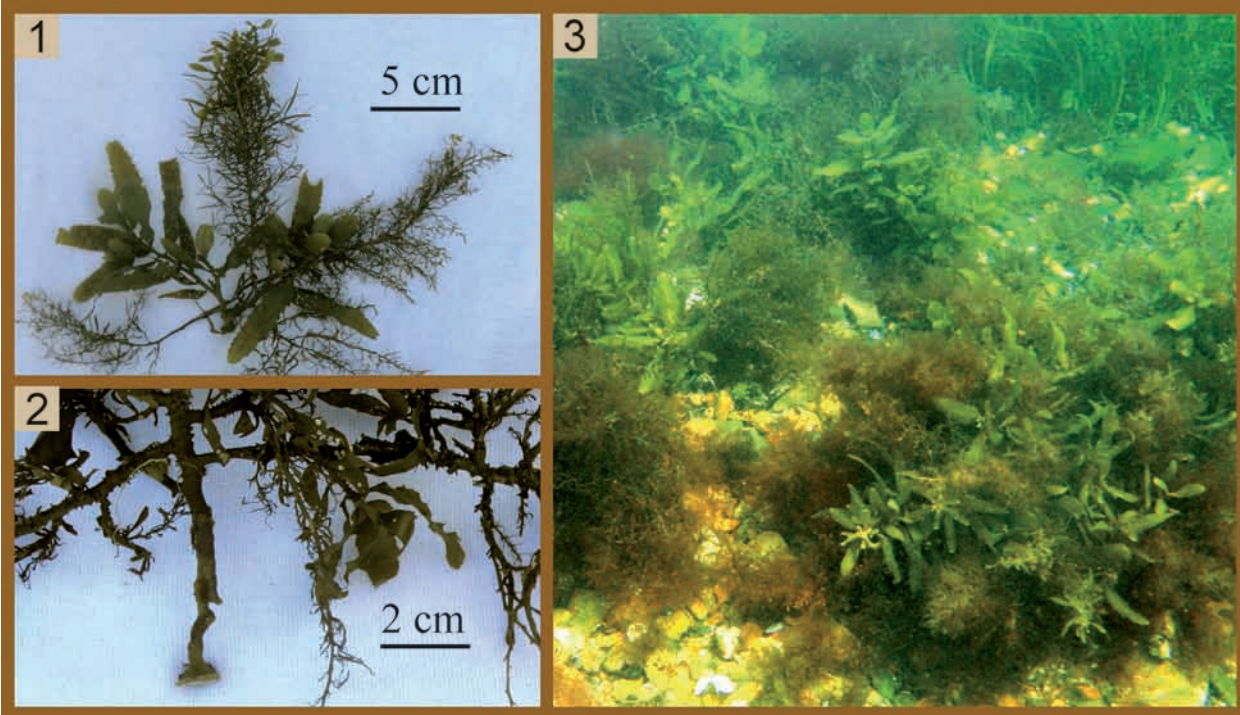
1. Филлоиды. 2. Пузыри. 3. Фрагмент с пузырями. 4. Внешний вид (в аквариуме). 5. В верхней сублиторали (зал. Нячанг, Вьетнам).

Thallus coarse, leathery, densely branched, dark brown, bushy, 10–40 (–50) cm high. Main axis short, flattened above, 2–3 mm diam., 5 mm high, giving rise to several primary branches. Primary and secondary branches smooth, flattened, 2.5–3 (–4) mm broad. Branching alternate, distichous. Phylloids oval, oblong to lanceolate, slightly cuneate at base, 3.5 (–6) cm long and to 10 mm broad; midrib percurrent; apices obtuse, margins smooth or irregularly toothed. Vesicles stalked, spherical, subspherical to ellipsoid 4–7 (–10) mm diam. with apices rounded, apiculate or sometimes winged; stalk foliaceous with midrib and dentate margins. Cryptostomata scattered on both sides of the midrib, vesicles and stalk. Receptacles compressed, forked, to 7 mm long, with spinulose margins, develop in clusters at base of phylloids. Holdfast irregular disc-like. Growing on lower intertidal to subtidal rocks, dead corals.

Distribution. Tropical and subtropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Malaysia, Singapore, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

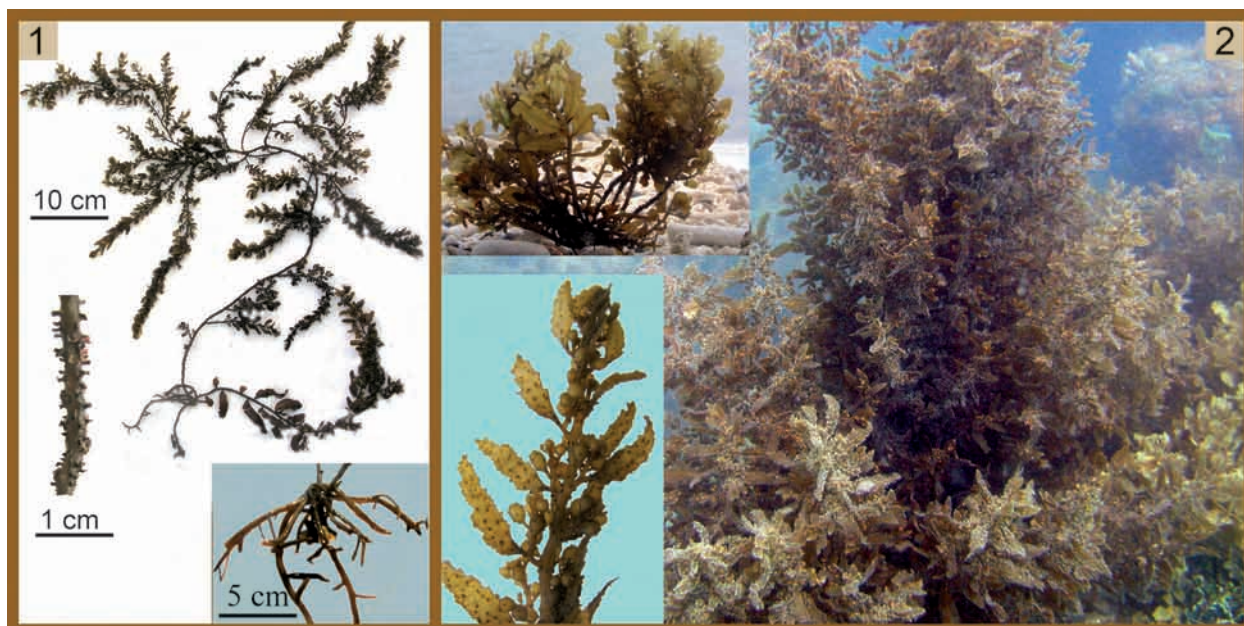
Слоевище грубое, кожистое, густо разветвленное, темно-коричневого цвета, кустистое, 10–40 (–50) см выс. Главная ось короткая, уплощенная кверху, 2–3 мм шир., 5 мм выс., несущая несколько ветвей первого порядка. Ветви первого и второго порядка гладкие, уплощенные, 2.5–3 (–4) мм шир. Ветвление очередное, двухстороннее. Филлоиды овальные, удлиненные, до ланцетовидных, слегка клиновидные в основании, 3.5 (–6) см дл., до 10 мм шир.; ребро, простирающееся от основания к тупой верхушке; края гладкие или неправильно зубчатые. Пузыри на ножке, сферические или субсферические (до эллипсоидных), 4–7 (–10) мм в диам., с округлыми, коротко-остроконечными (иногда с крыльями) верхушками; ножка листовидная с ребром и с зубчатыми краями. Криптосомы по обеим сторонам ребра, на пузырях и на ножке. Рецептакулы сдавленные, вильчатые, до 7 мм дл., с шиповатыми краями, развиваются пучками в основании филлоидов. Подошва неправильно дисковидная. Растет на камнях, скалах, коралловых останках в нижней литорали и в сублиторали.

Распространение. Тропические и субтропические воды Индийского и Тихого океанов. Обычен в Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Индонезии, Сингапуре, Малайзии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии.

<i>Sargassum pallidum</i> (Turner) Agardh	Саргассум бледный
	
<p>1. Habit. 2. Basal portion. 3. Upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Базальная часть слоевища. 3. В верхней сублиторали (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus coarse, leathery, yellowish-brown to olive, bushy, (0.3) –2.0–2.5 m high. Main axis cylindrical, 20–30 cm high, 0.5–1.0 cm diam. giving rise to primary branches bearing secondary branches with branchlets. Primary branches terete, three-edged, to 2 m long, arranged bilaterally alternate. At the basal portion, phylloids large, leathery, broadly-lanceolate or ovoid, to 10 cm long, with midrib and entire or toothed margins. In the upper portion, phylloids small, lanceolate, linear-lanceolate to linear, without midrib. Vesicles stalked, spherical, subspherical or obovate, develop commonly in the middle portion of the thallus. Plant dioecious, receptacles cylindrical, racemose, develop in axils of linear branchlets. Holdfast discoid. Growing on stony, muddy-sandy and sandy bottom with stones, in lower intertidal, upper subtidal (to 10 m depth), in sheltered and open shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and temperate latitudes of Pacific Ocean.</p>	<p>Слоевище грубое, кожистое, от желтовато-коричневого до оливкового цвета, кустистое, (0.3) –2.0–2.5 м выс. Главный побег цилиндрический, 20–30 см выс, 0.5–1.0 см в диам., несущий ветви первого и второго порядков с веточками. Ветви первого порядка вальковатые, трехгранные, до 2 м дл., расположены двусторонне поочередно. Филлоиды в базальной части крупные, кожистые, широколанцетовидные или яйцевидные, до 10 см дл., с ребром. Края цельные или зубчатые. В верхней части слоевища филлоиды маленькие, ланцетовидные, линейно-ланцетовидные до линейных, без среднего ребра. Пузыри на ножке, сферические, почти сферические или обратнойцевидные, развиваются в средней части слоевища. Растения двудомные, рецептакулы цилиндрические, кистевидные, развиваются в пазухах линейных веточек. Подошва дисковидная. Растет на каменистом, илесто-песчаном и песчаном с камнями грунте, в нижней литорали и верхней сублиторали (до 10 м глуб.), в защищенных и открытых участках побережья.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и умеренные широты Тихого океана.</p>

***Sargassum polycystum* C. Agardh**

Саргассум многоцистный



1. Habit and fragment of main axis. Insert: basal part. 2. Habitat, subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam). Upper insert: habit (in aquarium). Lower insert: the upper part of the plant.

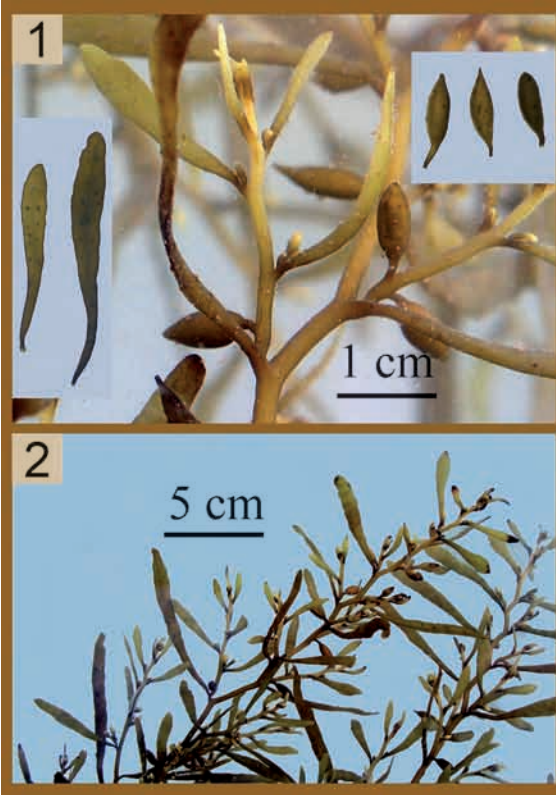
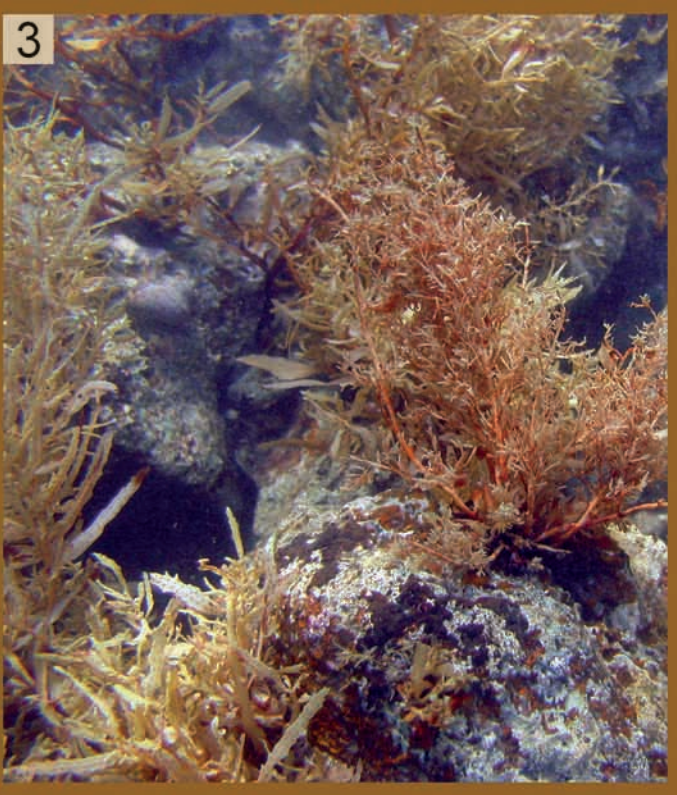
1. Внешний вид и фрагмент главного побега. Вставка: базальная часть. 2. Сублитораль (зал. Нячанг, Вьетнам). Вставка вверху: внешний вид (в аквариуме). Вставка внизу: верхняя часть растения.

Thallus coarse, bushy, 1–2 m high. Main axis cylindrical, slightly compressed, warty, with simple or Y-shaped proliferations. Primary branches terete, with branched spines; phylloids ovate to oblong, 2–4 cm long and 8–12 mm broad, with asymmetrical or cuneate base; midrib distinct, vanishing below apex or percurrent; margins with coarse teeth. In secondary branches phylloids linear-lanceolate with asymmetrical base. In branchlets phylloids narrowly lanceolate, 10–12 mm long, 2–3 mm broad with dentate margins; midrib indistinct. Vesicles stalked (terete), solitary or in clusters, small, spherical or ovate, 2–2.5 (–3) mm diam., entire or with ear-like wings on both sides, crowned with a leaflet or mucronate. Cryptostomata prominent, on both sides of phylloids and vesicles. Receptacles cylindrical or compressed with toothed margins, simple or forked, clustered at base of phylloids and vesicles. Holdfast discoid (to 7 mm diam.). Growing on rocks, stones in lower intertidal to subtidal.

Distribution. Warm seas of Pacific, Indian and Atlantic Oceans.

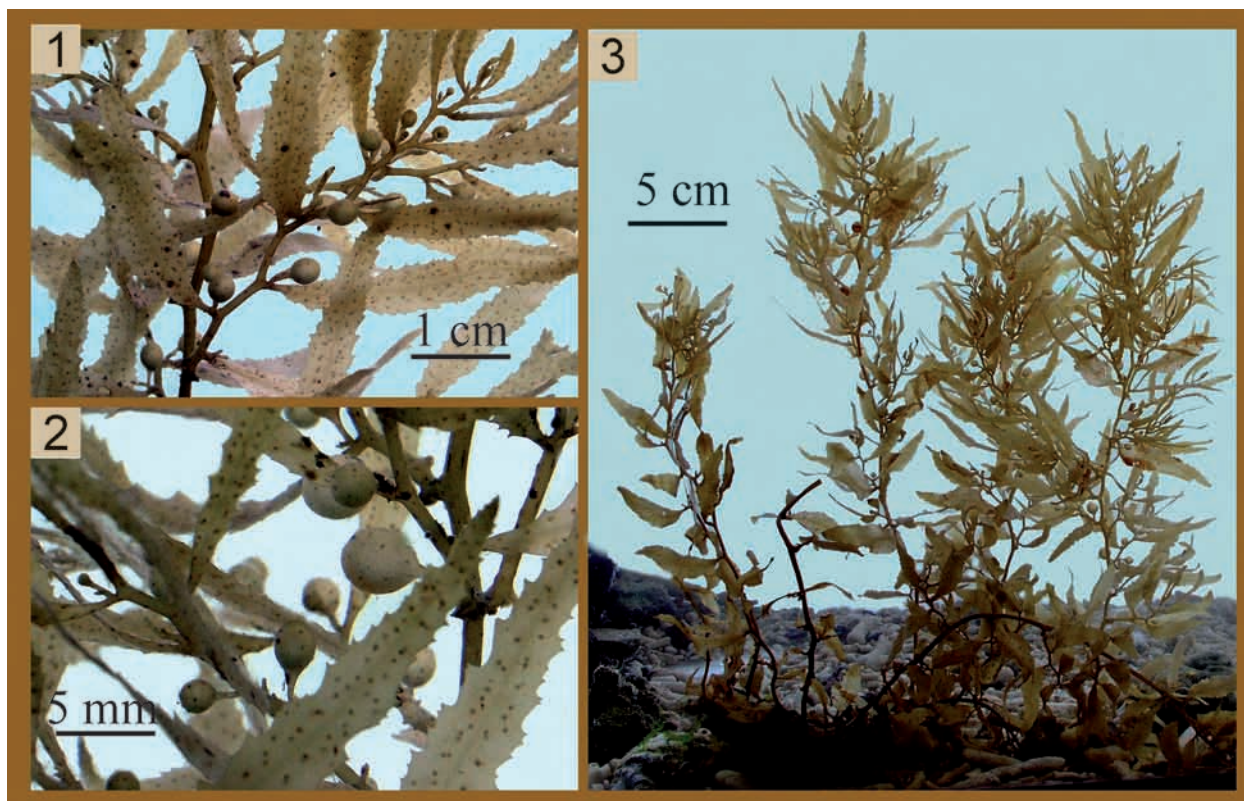
Слоевище грубое, кустистое, 1–2 м выс. Основной побег цилиндрический, слегка сжатый, бородавчатый, покрытый простыми или вильчатыми колючками. Ветви первого порядка вальковатые, с разветвленными шипами. Филлоиды овальные, продолговатые, 2–4 см дл., 8–12 мм шир., с асимметричным или клиновидным основанием; ребро отчетливое; края с грубыми зубцами. На ветвях второго порядка филлоиды линейно-ланцетовидные с асимметричным основанием; в веточках – узколанцетовидные, 10–12 мм дл., 2–3 мм шир., с зубчатыми краями; ребро неотчетливое. Пузыри на ножке, одиночные или в пучках, сферические или овальные, 2–2.5 (–3) мм в диам., цельные или с ушковидными крыльями по бокам, с листочком или заостренные на верхушке. Криптосомы выступающие, на обеих сторонах филлоидов и на пузырьках. Рецептакулы цилиндрические или сдавленные, с зубчатыми краями, простые или вильчатые. Подошва дисковидная (до 7 мм в диам.). Растет на камнях, скалах в литорали и в сублиторали.

Распространение. Теплые моря Тихого, Индийского и Атлантического океанов.

<i>Sargassum swartzii</i> C. Agardh	Саргассум Швартца
 <p>Figure 1 shows a close-up of a branch with several small, oval vesicles. A scale bar indicates 1 cm. Figure 2 shows a larger branch with many small, lanceolate phylloids. A scale bar indicates 5 cm. Figure 3 shows the plant growing on a rocky substrate in a subtidal environment.</p>	 <p>Figure 3 shows the plant growing on a rocky substrate in a subtidal environment, with a dense cluster of branches and vesicles.</p>
<p>1. Fragment with vesicles. 2. Upper portion of branches. 3. Upper subtidal (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент с филлоидами и пузырями. 2. Верхняя часть ветви. 3. В верхней сублиторали (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus coarse, leathery, bushy, to 1.5 m high. Main axis short (to 10 mm high), cylindrical (2.5 mm diam.), smooth, bearing radially arranged several primary (compressed) branches with thick, elongate-lanceolate phylloids (alternate, distichous), 4.7–6 (–9) cm long, 5–7 mm broad. Phylloids with asymmetrical base, percurrent midrib, entire or shallowly dentate margins and acute apices. Vesicles stalked, solitary or in clusters, ellipsoidal, occasionally oval, up to 8 mm long and 3– (4–5) mm diam., with rounded, pointed or mucronate apices; stalk flattened, cuneate, 8–12 mm long or sometimes longer than vesicle; cryptostomata small, scattered along the midrib and on vesicles. Receptacles 2.5–3.5 (–5) mm long, 0.5–1.5 mm broad, compressed; slightly spinulose at apices, 2–3 times forked, in cymose or subracemose glomerules at base of phylloids and vesicles. Holdfast disc-like, to 12 mm diam. Growing on lower intertidal to subtidal rocks.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище грубое, кожистое, кустистое, до 1.5 м выс. Основной побег короткий (до 10 мм выс.), цилиндрический (2.5 мм в диам.), гладкий, несущий радиально расположенные ветви первого порядка (сжатые) с толстыми, удлинённо-ланцетовидными филлоидами 4.7–6 (–9) см дл., 5–7 мм шир. (с асимметричным основанием, с ребром, с цельными или мелкозубчатыми краями и с острыми верхушками), расположенными поочередно или супротивно. Пузыри на ножке, одиночные или в группах, эллипсоидные (случайно овальные), до 8 мм дл. и 3– (4–5) мм в диам., с округлыми или остроконечными верхушками; ножка уплощенная или клиновидная, 8–12 мм дл. (иногда длиннее пузыря); криптосомы расположены вдоль ребра и на пузырях. Рецептакулы 2.5–3.5 (–5) мм дл. и 0.5–1.5 мм шир., сжатые, шиповатые, вильчато разветвленные (2–3 раза) у верхушек, в цимозных или субкистевидных клубочках в основании филлоидов и пузырей. Подошва дисковидная, до 12 мм в диам. Растет на скалах в нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Индийского и Тихого океанов.</p>

Sargassum tenerrimum J. Agardh

Саргассум нежнейший



1, 2. Alternately distichously arranged phylloids and vesicles with cryptostomata. 3. Habit (in aquarium) (Nhatrang Bay, Vietnam).

1, 2. Ветвь с поочередными двусторонними филлоидами и пузырями с криптосомами. 3. Внешний вид (в аквариуме из зал. Нячанг, Вьетнам).

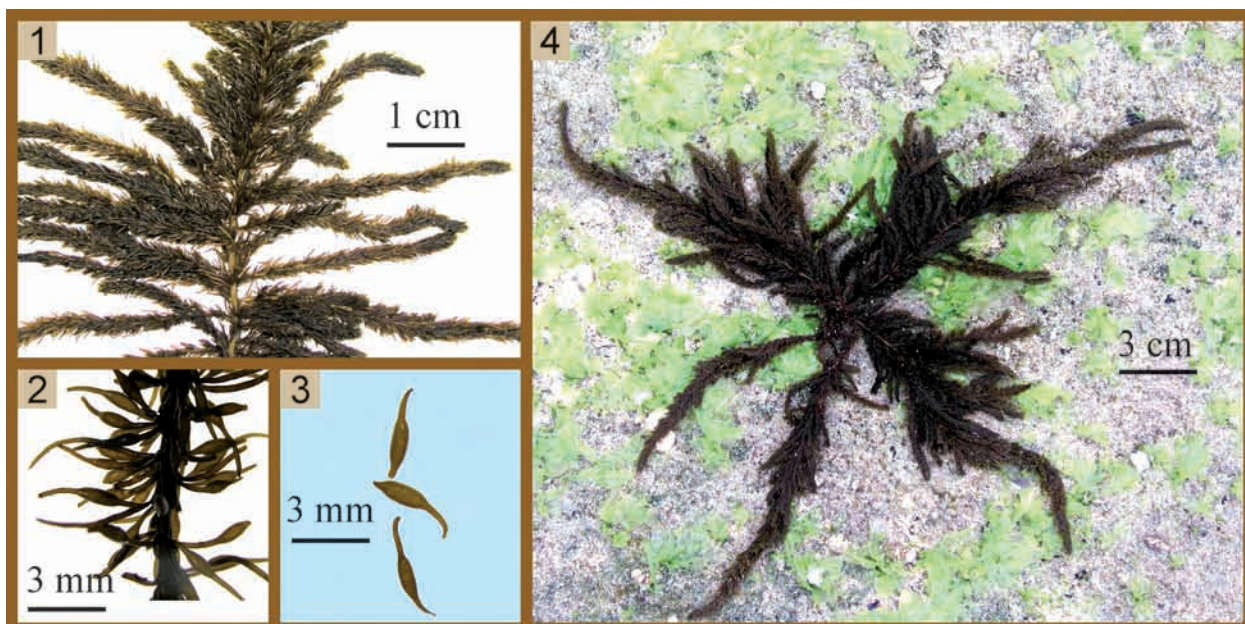
Thallus soft, slender, light brown to greenish brown, bushy, 30–50 cm high. Main axis very short (5 mm), terete (1 mm broad), bearing above irregularly alternately arranged primary cylindrical branches, with similar secondary branches and branchlets. Lower phylloids of primary branches oblong-lanceolate with elongated cuneate base and short stipe, tapering to round apices, 6–7 cm long, 12–15 mm broad; midrib delicate, vanishing below the apex; margins irregularly sinuate-dentate; phylloids gradually smaller upwards. Cryptostomata large, scattered on both sides of the midrib. Vesicles stalked, spherical, ovate, to 3.5 (–4) mm broad, often pointed. Receptacles 4–6 mm long, 0.5–1.5 mm broad, fusiform or slightly compressed, two- or three-edged, toothed at margins, forked. Holdfast discoid, to 12 mm diam. Growing on subtidal rocks in calm waters.

Distribution. Tropics to temperate latitudes of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

Слоевище мягкое, кустистое, светло-бурого, зеленовато-бурого цвета, 30–50 см выс. Основной побег очень короткий (5 мм), вальковатый (1 мм шир.), несущий неправильно поочередно расположенные цилиндрические ветви первого порядка с подобными ветвями второго порядка и веточками. Нижние филлоиды главных ветвей удлинненно-ланцетовидные с удлинненно-клиновидным основанием и короткой ножкой, сужающиеся к округлым верхушкам, 6–7 см дл., 12–15 мм шир.; ребро тонкое, исчезающее у верхушек; края нерегулярно выемчато-зубчатые. Ребро тонкое, исчезающее у верхушки. Криптосомы крупные, вдоль обеих сторон ребра. Пузыри на ножке, сферические, овальные, до 3.5 (–4) мм шир., часто остроконечные. Реceptакулы 4–6 мм дл., 0.5–1.5 мм шир., веретеновидные или слегка сдавленные, с 2–3 ребрами, зубчатые по краю, вильчатые. Прикрепляется дисковидной подошвой к скалам и камням. Растет в сублиторали, в спокойных водах.

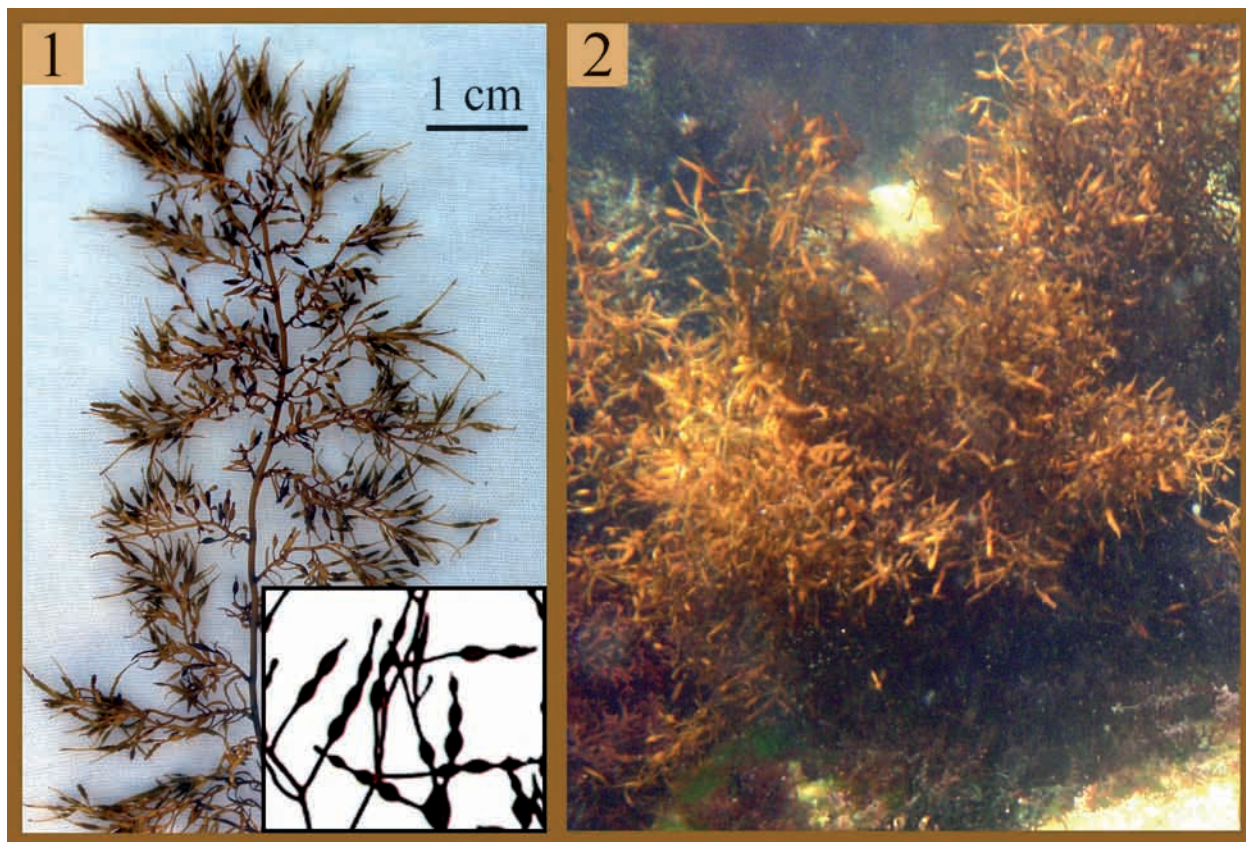
Распространение. От тропических до умеренных широт Атлантического, Индийского, и Тихого океанов.

<i>Sargassum thunbergii</i> (Mertens ex Roth) Kuntze	<i>Саргассум Тунберга</i>
--	----------------------------------



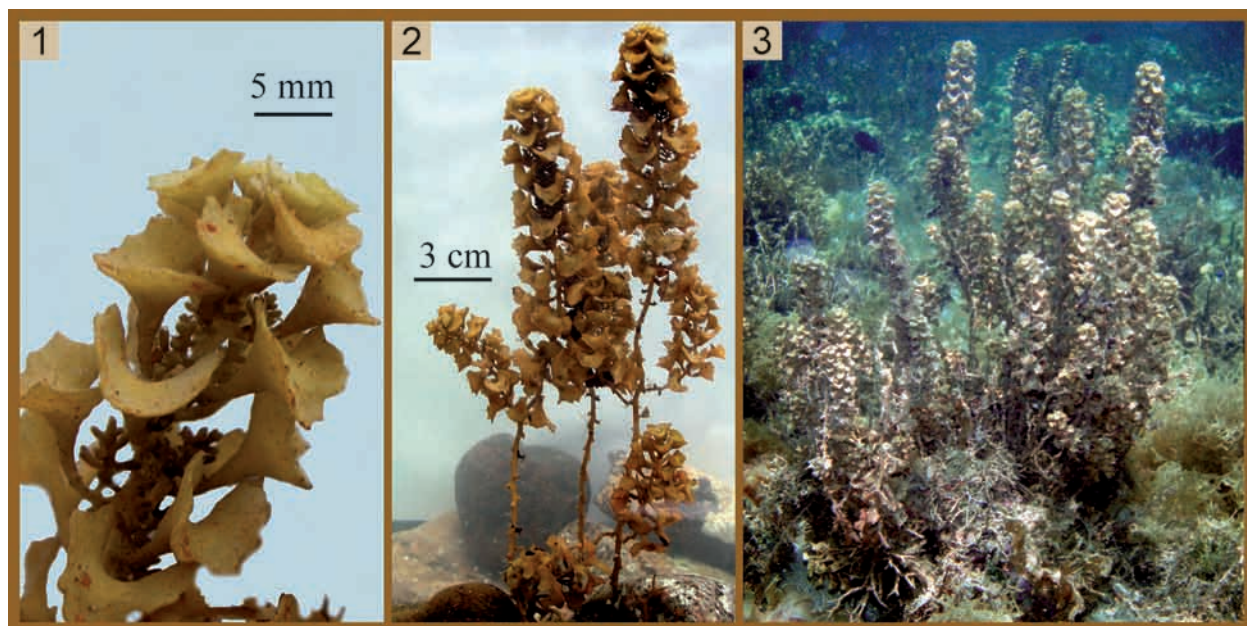
<p>1. Branch fragment. 2. Fragment with vesicles and phylloids. 3. Vesicles. 4. Habit, cast ashore (Sesoko Isl., Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Фрагмент ветви. 2. Фрагмент с пузырями и филлоидами. 3. Пузыри. 4. Внешний вид, выбросы (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus wiry, bushy, 30–100 cm high, dark brown to almost black. Main axis terete with phylloid scars, short (3–7 mm high), bearing above primary branches which are long in the lower half and short in the upper portion of thallus and covered with closely crowded clustered phylloids from all sides. Phylloids filiform, lanceolate, 4–10 mm long, 1–3 mm broad, with entire or coarse toothed margins. Vesicles stalked, small, elongate ellipsoidal or fusiform (to 5 mm long), extending into acute point. Plants dioecious with single or aggregate, long ellipsoidal or terete, slightly swollen receptacles, 5–15 mm long, develop in axils of phylloids. Attachment by small, flattened discoid holdfast with lobed margins. Growing on middle, low intertidal rocks, dead corals in open and sheltered calm shores.</p> <p><i>Note.</i> This species has a great potential value as food additives, medicinal supplements and preventive agents against cancer (Kim et al. 2009).</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics to temperate latitudes of Atlantic and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China, Philippines.</p>	<p>Слоевище жесткое, кустистое, 30–100 см выс., темно-бурого, почти черного цвета. Основной побег вальковатый, со следами опавших филлоидов, короткий (3–7 мм выс.), несущий главные ветви. Главные ветви длинные в нижней части и короткие в верхней части слоевища, покрыты близкорасположенными пучками филлоидов со всех сторон. Филлоиды нитевидные, ланцетовидные, 4–10 мм дл., 1–3 мм шир., с цельными краями или с грубыми зубчиками. Пузыри на ножке, маленькие, удлиненно-эллипсоидальные или веретеновидные (до 5 мм дл.), с вытянутыми остроконечными верхушками. Растения двудомные, с одиночными или в группах, длинными эллипсоидальными, вальковатыми, слегка раздутыми рецептакулами (5–15 мм дл.), развивающимися в пазухах филлоидов. Прикрепляются маленькой дисковидной подошвой с лопастными краями. Растут на скальном грунте и на коралловых останках, в средней, нижней литорали и в сублиторали, на открытых и защищенных участках побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> От тропических до умеренных широт Атлантического и Тихого океанов. Обычен в странах АТР: Японии, Китае, Корее, на Филиппинах.</p>

<p><i>Stephanocystis crassipes</i> (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, F. Rousseau & T. Thibaut</p>	<p>Стефаноцистис толстоногий</p>
--	---



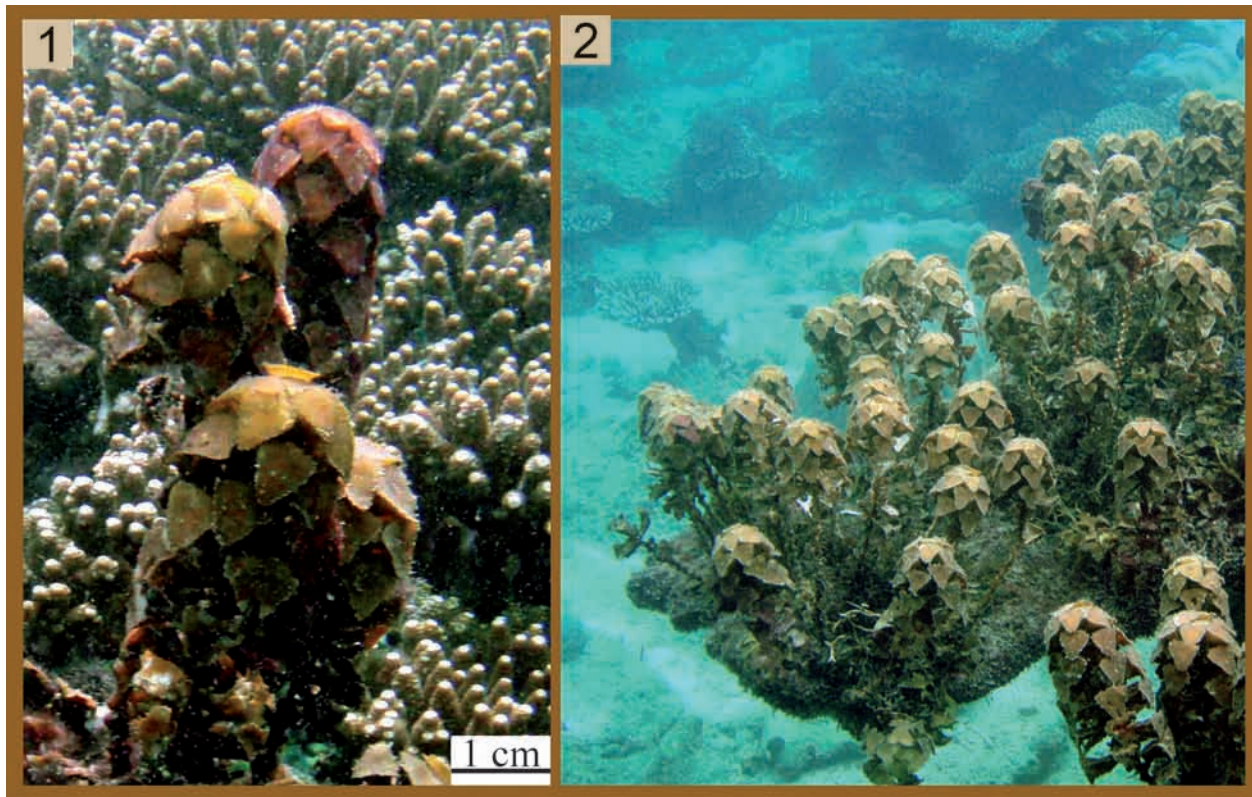
<p>1. Portion of branch. Insert: vesicles. 2. Upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>1. Фрагмент ветви. Вставка: пузырь. 2. Верхняя сублитораль (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus perennial, coarse, bushy, (0.5) –1–2 (–3) m high, differentiating into cone-shaped holdfast, stipe and erect axis; yellowish-brown to dark brown. Erect axis coarse, cylindrical. Branching alternate, in all directions. Primary branches to 1.5 m long, cylindrical or flattened, fusiform and thickened (swollen) in basal portion. Phylloids coarse, leathery, linear-lanceolate, to linear. Vesicles, receptacles and small phylloids develop in the upper part of thallus. Vesicles elongated, solitary or in 2- (3–5) series of tightly connected vesicles. Growing on lower intertidal to subtidal (to 20 m depth) rocks in open shores exposed to various wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate latitudes of Pacific Ocean. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, Russia.</p>	<p>Слоевище многолетнее, грубое, кустистое, (0.5) –1–2 (–3) м выс., дифференцированное на диск-видную подошву, ножку и вертикальный побег; от желтовато-коричневого до темно-коричневого цвета. Главный побег грубый, цилиндрический. Ветвление очередное, во всех направлениях. Ветви первого порядка длинные, до 1.5 м, цилиндрические или уплощенные; веретеновидные и утолщенные (раздутые) в базальной части. Филлоиды грубые, кожистые, от линейно-ланцетовидных до линейных. Пузыри, рецептакулы и маленькие филлоиды развиваются в верхних частях слоевища. Пузыри удлиненные, одиночные или в сериях по 2 (–3–5) плотно соединенных пузырей. Растет на скалах в нижней литорали и в сублиторали (до 20 м глуб.), на открытых побережьях с различной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> Умеренные широты Тихого океана. Обычен в странах АТР: Японии, Кореи, России).</p>

<i>Turbinaria conoides</i> (J. Agardh) Kützinger	Турбинария конусовидная
--	-------------------------



<p>1. Upper portion of old plant with receptacles. 2. Habit. 3. On dead corals in upper subtidal (Con Dao Islands, Vietnam).</p>	<p>1. Верхняя часть старого растения с рецептакулами. 2. Внешний вид. 3. На коралловых останках в верхней сублиторали островов Кон Дао (Вьетнам).</p>
<p>Thallus erect, coarse, leathery, yellowish brown to dark brown, bushy, forming colonies, 20–30 (–50) cm high. Main axes terete, to 3 mm broad, muricate below (because of shed branches). Branching from all sides. Branches 6–9 (–20) cm long. Phylloids long-stalked (12–15 mm), turbinate, 10–15 mm long, 10–15 mm broad at distal end. Distal marginal phylloids irregularly triangular, irregularly rounded or lobed, sometimes cut deeply on one side, with single margins bearing sharp teeth; tips flat or concave. The stalk subterete to slightly triangular. Vesicles embedded in center of phylloids. Cryptostomata scattered over phylloids and stalk. Receptacles 3–7 mm long, forked, clustered at the basal portion of the phylloid stalks. Attachment by discoid holdfast and branched stolons. Growing on rocks, dead corals, in the lower intertidal to the upper subtidal zones, exposed to wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, грубое, кожистое, от желтовато- до темно-бурого цвета, образующее колонии 20–30 (–50) см выс. Главные побеги вальковатые, до 3 мм шир., покрытые колючками в нижней части растения (из-за опавших ветвей). Ветвление со всех сторон. Ветви 6–9 (–20) см дл. Филлоиды на длинной ножке (12–15 мм), в форме перевернутого конуса, 10–15 мм дл., 10–15 мм шир. Периферические краевые филлоиды неправильной треугольной, неправильной округлой или лопастной формы, иногда глубоко вырезанные с одной стороны, с одиночными краями, несущими острые зубцы; вершины плоские или вогнутые. Ножка почти вальковатая до слегка треугольной. Пузыри погруженные, в центре филлоидов. Криптосомы разбросаны по поверхности филлоидов и ножки. Рецептакулы 3–7 мм дл., вильчатые, в пучках, в нижней части ножки филлоидов. Прикрепляется дисковидной подошвой и разветвленными столонами к скалам, мертвым кораллам, в нижней литорали и верхней сублиторали, на побережьях с умеренным волновым воздействием.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропиках и субтропиках Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Turbinaria decurrens</i> Bory de Saint-Vincent	Турбинария низбегающая
---	------------------------



1, 2. Plants in upper subtidal at fringing coral reef of An Thoi Islands (Vietnam).	1, 2. Растения в верхней сублиторали краевого кораллового рифа островов Антхой (Вьетнам).
<p>Thallus erect, coarse, leathery, dark brown, forming colonies 10–20 cm high. Main axes terete, 3–4 mm wide. Branching sparse. Branches short. Phylloids short-stalked, triquetrous, 11–18 (–25) mm long, 12–16 mm broad at distal end. Distal marginal blade triangular with fine teeth or entire; top flat to concave. The phylloids elongated triangular at side view, with prominent teeth at ridges, gradually tapering towards stalk. Vesicles embedded in center of phylloids. Cryptostomata scattered over phylloid and stalk. Receptacles paniculate, 3–7 mm long, forked, develop at the basal portion of the phylloid stalks. Attachment by coarse branched holdfast. Growing on rocks, dead corals, often among live corals, in the lower intertidal to subtidal zones, exposed to strong wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Atlantic and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище прямостоячее, грубое, кожистое, темно-коричневого цвета, 10–20 см выс. Главные оси вальковатые, 3–4 мм шир. Ветвление скудное. Ветви короткие. Филлоиды на короткой ножке, трехгранные, 11–18 (–25) мм дл., 12–16 мм шир. на удаленном конце. Удаленная маргинальная пластина треугольная (вид сверху), с тонкими зубцами или цельная; вершина плоская до вогнутой. Филлоиды удлиненно-треугольные с выступающими зубцами на гранях (вид сбоку), постепенно сужающиеся по направлению к ножке. Пузыри погружены в центральной части филлоидов. Криптосомы разбросаны по поверхности филлоидов и их ножек. Рецептакулы метельчатые, вильчатые, 3–7 мм дл., развиваются в базальной части ножки филлоида. Прикрепление грубой разветвленной подошвой. Растет на скалах, мертвых кораллах, часто среди колоний живых кораллов, в нижней литоральной и сублиторальной зонах, подверженных сильному волновому воздействию.</p> <p><i>Распространение.</i> От тропиков до субтропиков Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J. Agardh	Турбинария украшенная
	
<p>1. Habit. 2. Low intertidal (Son Hai, Ninh Thuan Province, Vietnam).</p> <p>Thallus erect, coarse, rigid, leathery, brown, dark brown, 10–20 (–30) cm high. Main axes terete, 10–20 cm high, 3–4 mm wide. Branching irregular, sparse. Phylloids stalked, large, obpyramidal or turbinate (in side view), 10–20 mm long, 8–15 mm broad at distal end. Distal marginal blade rounded-triangular (from above view) with coarse and sharp teeth at outer margins; concave center commonly encircled (partially or fully) by inner crown of teeth. The phylloids narrowly triangular at side view, with obtuse and smooth ridges, tapering sharply towards stalk. Vesicles large, embedded in central portion of the phylloids. Cryptostomata scattered over phylloid surface. Receptacles racemose, irregularly forked, 5–7 mm long, develop at the basal portion of the phylloid stalk. Attachment by coarse discoid holdfast and branched rhizoidal stolons. Growing on rocks, on dead corals in the lower intertidal to subtidal zones (to 5 m deep), in sheltered and exposed shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical latitudes of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Нижняя литораль (Шон Хай, провинция Нинь Туан, Вьетнам).</p> <p>Слоевище прямостоячее, жесткое, кожистое, бурого, темно-бурого цвета, 10–20 (–30) см выс. Главные оси вальковатые, 10–20 см выс., 3–4 мм шир. Ветвление неправильное, скудное. Филлоиды на ножке, крупные, обратнопирамидальной формы или имеющие форму перевернутого конуса (вид сбоку), 10–20 мм дл., 8–15 мм шир. на удаленном конце. Удаленная маргинальная пластина округло-треугольная (вид сверху), с грубыми и острыми зубцами на внешних краях; вогнутая середина обычно окружена (частично или полностью) венцом зубцов. Филлоид узкотреугольный (вид сбоку), с тупыми или гладкими выступами, сужающийся резко по направлению к ножке. Пузыри большие, погруженные в центральной части филлоидов. Криптосомы разбросаны по поверхности филлоидов. Рецептакулы кистевидные, неправильно вильчатые, 5–7 мм дл., развиваются в базальной части ножки филлоида. Прикрепляется грубой дисковидной подошвой и разветвленными ризоидальными столонами к скалам, камням, карбонатному основанию коралловых рифов, в нижней литорали и в верхней сублиторали (до 5 м глуб.), в защищенных участках побережий и подверженных волновому воздействию.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропики и субтропики Индийского и Тихого океанов.</p>

ORDER FUKALES
FAMILY FUCACEAE

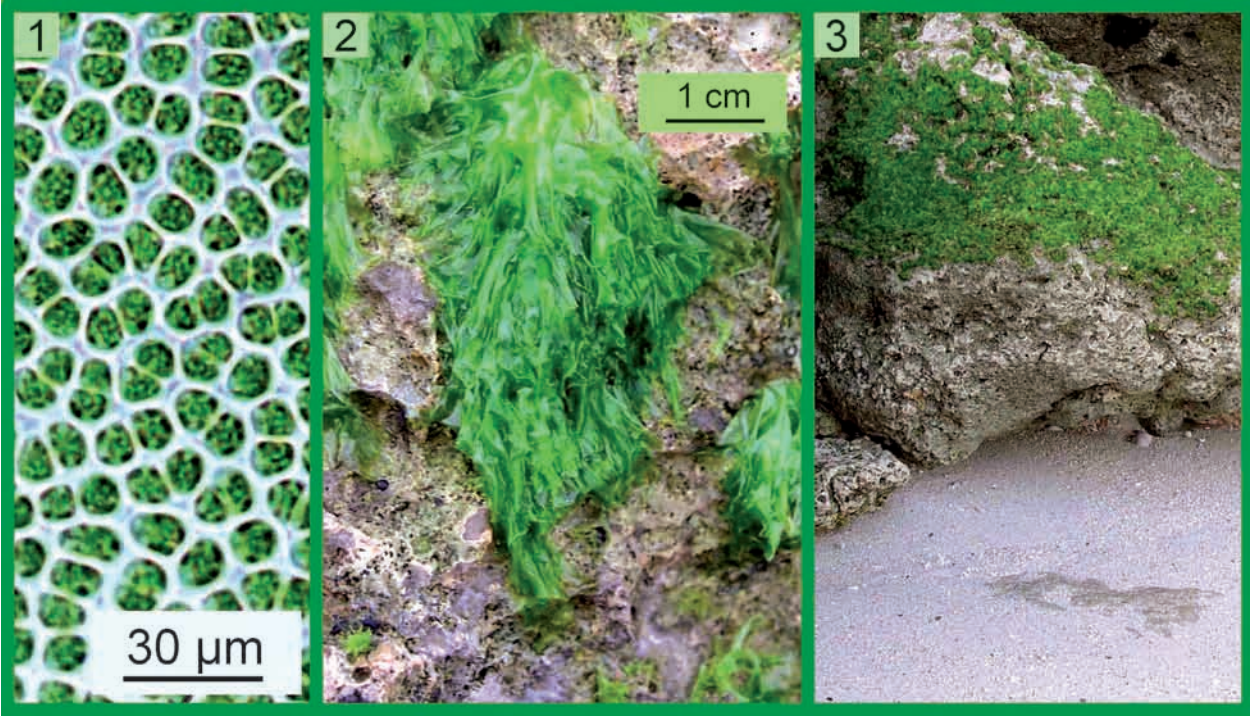
<i>Fucus evanescens</i> C.Agardh	Фукус исчезающий
----------------------------------	------------------



Habit. Photo kindly given by M.V. Sukhoveeva (plant collected in the Okhotsk Sea, Russia).	Внешний вид. Фотография любезно предоставлена М.В. Суховеевой (растение собрано в Охотском море, Россия).
<p>Thallus perennial, aggregated, bushy, dichotomously branched in one plane, 5–15 cm high, olive brown to dark brown or almost black. Stipe terete. Branches coriaceous, flat, linear, linear-cuneate (0.4–1.0 cm wide), with prominent percurrent midrib vanishing at apices. Apices bifurcate, emarginate. Pneumatocysts (air bladders) absent. Receptacles oval to linear (0.5–1.3 cm wide, 3–6 cm long), more or less compressed, with blunt or tapering tips, simple or bifurcate, develop at apices, swollen at reproductive maturity. Attachment by disk-shaped holdfast. Abundant on intertidal sloping rocks, in sheltered and exposed to moderate wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic to temperate latitudes in Atlantic and Pacific Oceans. Common in Russia (Kamchatka, Commander Islands, Sakhalin Island), Japan, Korea.</p>	<p>Слоевище многолетнее, скученное, кустистое, дихотомически разветвленное в одной плоскости, 5–15 см выс., оливково-бурого, темно-бурого или почти черного цвета. Стволик вальковатый, переходящий в дисковидную подошву. Ветви кожистые, плоские, линейные, линейно-клиновидные (0.4–1.0 см шир.), с выступающим ребром, простирающимся от основания до верхушки. Верхушки вильчатые, выемчатые. Воздушные пузыри отсутствуют. Реceptакулы от овальных до линейных (0.5–1.3 см шир., 3–6 см дл.), сдавленные, с тупыми или сужающимися верхушками (простыми или раздвоенными), развиваются в верхних частях ветвей. Растут в массовом количестве на пологих скалах в литорали, в защищенных и с умеренным волнением побережьях.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до умеренных широт Атлантического и Тихого океанов. Обычен в России (Камчатка, Командоры, Сахалин), в Японии и Корее.</p>

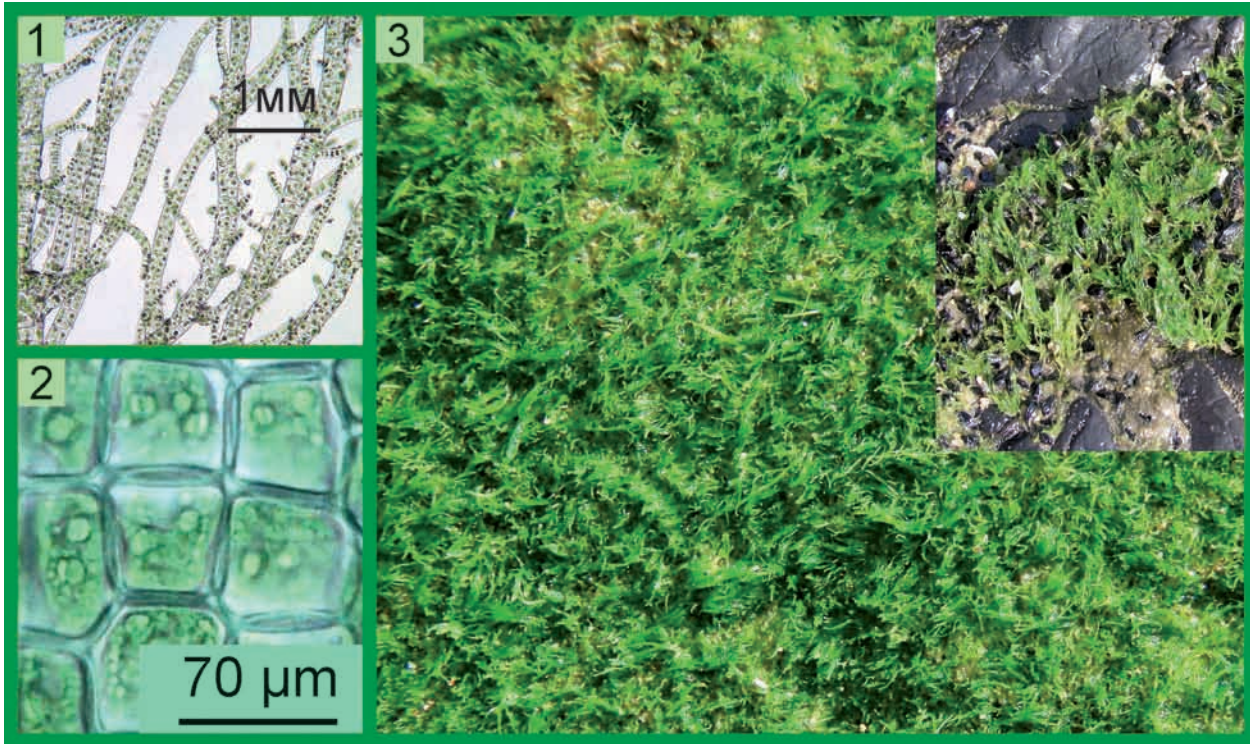
5. 3. CHLOROPHYTA

ORDER ULVALES
FAMILY MONOSTROMACEAE

Monostroma nitidum Wittrock	Монострома блестящая
	
<p>1. Surface view of cells. 2, 3. Monostroma growing on fossil coral reef in the upper intertidal zone exposed to air at low tide (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Вид клеток с поверхности. 2, 3. Монострома на фосильном коралловом рифе в верхней литоральной зоне во время отлива (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus to 7–10 (–15) cm high, thin, membranous (11) –20–25 (–50) mm thick, soft, lubricous, bright green, yellowish-green, at first saccate later splitting into several blades with crisped margins. In surface view, cells rounded polygonal, (5) –7–11×8–12.5 mm, with one large (2.5 mm diam.) pyrenoid per cell. Cells mostly grouped in twos. In transverse section, cells roundish to oval, 5–12 mm wide, 15–20 mm high. Rhizoids thin, long, issuing from the basal portion of thallus. Growing on rocks and stones in the uppermost to middle intertidal zone, mostly in sheltered inlets and coves.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical, subtropical waters of Pacific Ocean (Yellow Sea, East and South China Seas).</p>	<p>Слоевище до 7–10 (–15) см выс., тонкопластинчатое, (11) –20–50 мкм толщ., мягкое, скользкое, ярко-зеленого, желтовато-зеленого цвета, в начале мешковидное, позже расщепленное на несколько пластин с курчавыми краями. Клетки с поверхности округло-полигональные, (5) –7–11×8–12.5 мкм, с одним большим пиреноидом (2.5 мкм в диам.). Клетки главным образом в группах по две. На поперечном срезе клетки округлые до овальных, 5–12 мкм шир., 15–20 мкм выс. Ризоиды тонкие, длинные, исходящие из базальной части слоевища. Растет на твердых субстратах в верхней и средней литоральной зоне, в основном в защищенных бухточках среди скал.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Тихого океана (Желтое, Восточно-Китайское и Южно-Китайское моря).</p>

Family ULVACEAE

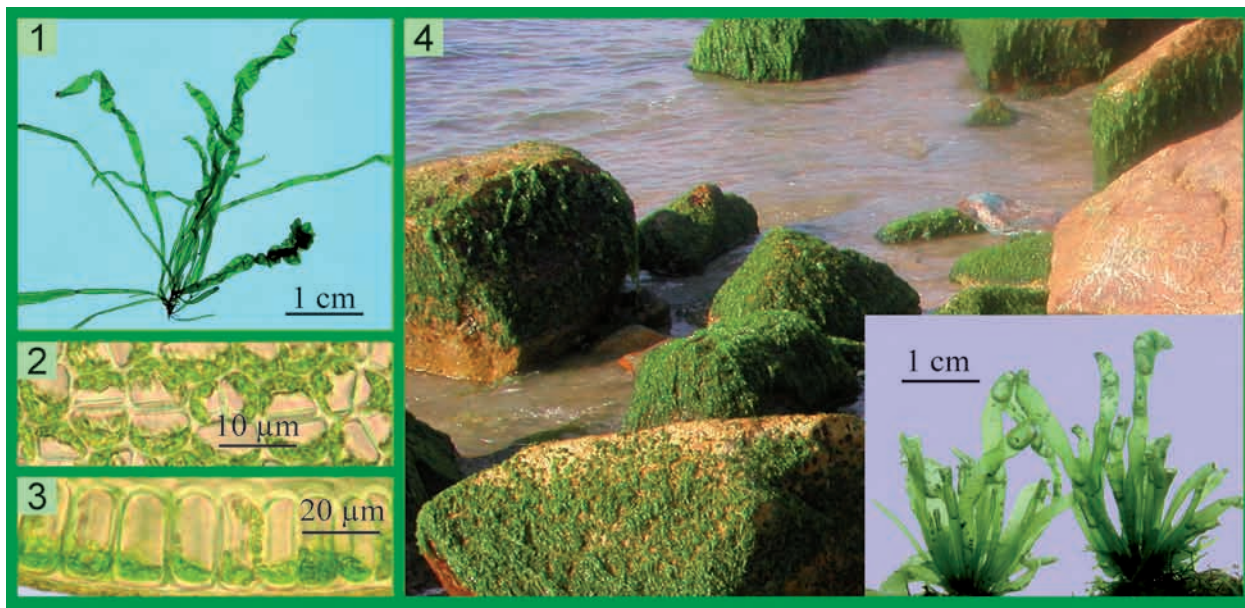
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C. Agardh	<i>Ульва решетчатая</i>
--	-------------------------



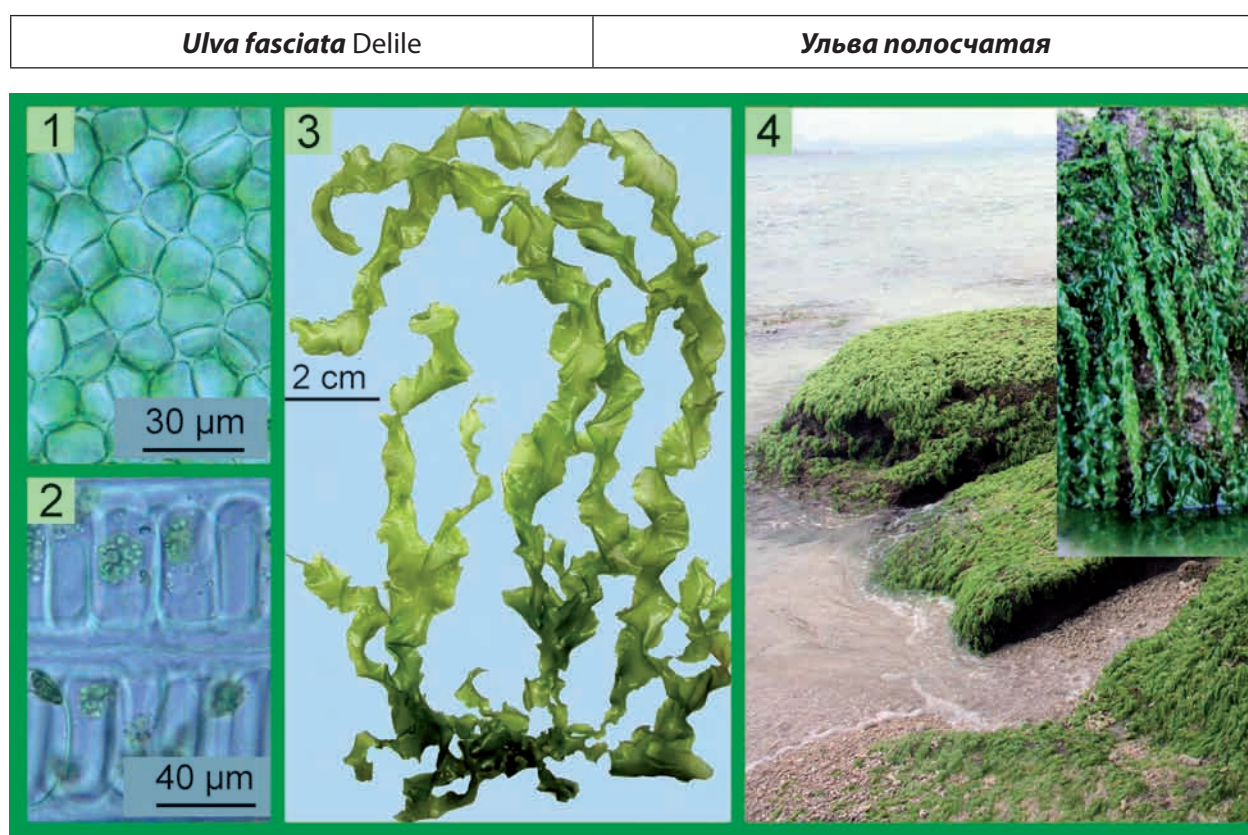
<p>1. Fragment of plant. 2. Cells from surface view. 3. Turf-forming alga in the middle intertidal zone (Sanya Bay, Hainan Island, China). Insert: On intertidal rocks (Cape Ba Lang An, Quang Ngai Province, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент растения. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Водоросль, образующая плотные заросли в средней литорали (п-ов Лухуитоу, зал. Санья, о-в Хайнань, Китай). Вставка: на скалах в литорали (мыс Ба Ланг Ан, провинция Куанг Нгай, Вьетнам).</p>
<p>Thallus tubular, soft, flaccid, bright, light-green, 0.5–4.5 (–40) cm high, abundantly branched throughout, forms dense tufts or mats. Main axis multiseriate, tapering gradually towards the apex. Branches initially uniseriate becoming multiseriate below, cylindrical, hollow. Cells in surface view rectangular, quadrangular, rounded polygonal, 20–30 mm wide, 25–40 (–53) mm long, in longitudinal rows in narrow branches, sometimes in transverse rows in the uppermost portions of branches and unordered near the base and in mature plants. Pyrenoids 2–4 (–4–8) per cell. Attachment by discoid holdfast composed of descending rhizoidal cells. Growing on middle and low intertidal hard substrate.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical to temperate latitudes of Atlantic Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище трубчатое, мягкое, вялое, яркого светло-зеленого цвета, 0.5–4.5 (–40) см выс., обильно разветвленное по всему слоевищу, образует плотные пучки или маты. Главная ось многорядная, сужающаяся постепенно к вершине. Ветви первоначально однорядные, затем многорядные, цилиндрические, полые. Клетки с поверхности прямоугольные, квадратные, округло-полигональные, 20–30 мкм шир., 25–40 (–53) мкм дл., в продольных рядах (в узких ветвях), иногда в поперечных рядах (в самых верхних частях ветвей) и беспорядочно расположены в основании и в старых частях растения. Пиреноидов в клетке 2–4 (–8). Прикрепляется дисковидной подошвой, состоящей из нисходящих ризоидальных клеток. Растет на твердых субстратах в средней и нижней литорали.</p> <p><i>Распространение.</i> От тропических до умеренных широт Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Ulva compressa</i> Linnaeus	Ульва сдавленная
	
<p>1. Habit. 2. Surface view of cells. 3. Transverse section. 4. On intertidal cement blocks (Xom Con, Nhatrang city, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Поперечный разрез. 4. На цементных блоках, литораль (Сом Кон, г. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus soft, gregarious, forming dense tufts or turfs, tubular, compressed, light-green to dark-green, 1–5 (–40) cm high. Branching sparse at the basal portion. Branches similar to main axis: cylindric and narrow below, expanding above (1.4–3.0 cm broad) and becoming compressed (with margins hollow), sometimes constricted. Cells in surface view at lower portion of thallus rounded rectangular, subquadrate, elongated in narrow portions, 10–12.5 (–28) x 10–35 (–70) mm; pyrenoids 1 (–2). In the upper portion of thallus, cells as above and polygonal, 10–17.5 (–25) x 10–20 mm; pyrenoids 2–3. Randomly cells arranged in longitudinal and transverse rows. In transverse section, cells oval, 27.5 mm high, 12.5 mm wide. Attachment by holdfast composed of fused rhizoidal cells forming stalk and basal pad. Growing in intertidal pools, in the middle, low intertidal zones to subtidal, on hard substrate.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate to tropical latitudes of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище мягкое, скученное, образует плотные пучки или маты, трубчатое, сдавленное, от яркого до темно-зеленого цвета, 1–5 (–40) см выс. Ветвление в нижней части, скудное. Ветви подобны основному побегу: цилиндрические и узкие внизу, выше расширяющиеся до плоских (с полостью по краю, иногда со сжатиями). В нижней части растения клетки с поверхности округло-прямоугольные, почти квадратные, удлиненные в узких частях, 10–12.5 (–28) x 10–35 (–70) мкм, с 1 (–2) пиреноидами. В верхней части слоевища клетки такие же, как в нижней части, а также полигональные, 10–17.5 (–25) x 10–20 мкм, с 2–3 пиреноидами. Часто клетки расположены в продольных и поперечных рядах. На поперечном срезе клетки овальные, 27.5 мкм выс., 12.5 мкм шир. Прикрепляется подошвой, состоящей из сросшихся ризоидальных клеток, образующих ножку и базальную “подушку”. Растет на твердых субстратах в литоральных лужах, в средней и нижней литорали и в сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных до тропических широт в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах.</p>

<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus	Ульва кишечница
-----------------------------------	-----------------

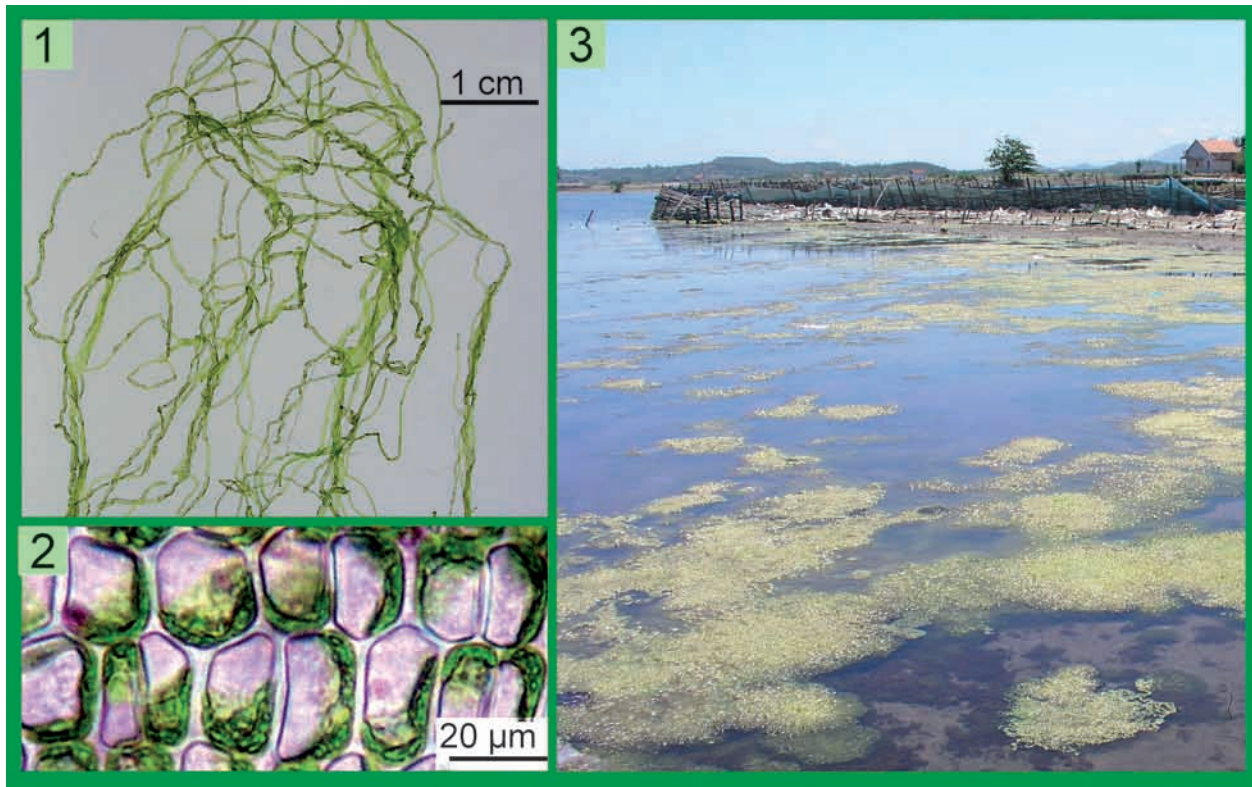


<p>1. Habit. 2. Surface view of cells. 3. Cell wall of hollow thallus in transverse section. 4. Intertidal (Kai River estuary, Nhatrang City, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Поперечный разрез стенки таллома. 4. Литораль (устье р. Кай, г. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thalli simple or sparse branching near base, green to yellowish-green, 1–30 (–60–100) cm high, 0.5–1.0 (–10) cm wide, gregarious or loose, composed of several cylindrical, hollow, tubular or flattened blades, with smooth or wrinkled surface, tapering below to cuneate base. Margins entire or twisted to curly. Cells in surface view 4–6-angular, of irregular shape, with disorder arrangement from base to tip. Basal cells rounded, of equal diameters, larger and darker than above. In transverse section, walls one cell thick, 26–30 μm high with thickened inner mucilage layer. Chloroplast entire, with rough margin. Pyrenoids generally 1, rarely 2 per cell. Attachment by small discoid holdfast. Growing in the upper intertidal zone on rocks, dead coral fragments and dead shells in brackish waters of estuaries.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic to tropical and temperate waters of south hemisphere.</p>	<p>Слоевище простое или скудно разветвленное у основания, от зеленого до желтовато-зеленого цвета, 1–30 (–60–100) см выс., 0.5–1.0 (–10) см шир., скученное или свободное, образовано несколькими цилиндрическими, полыми, трубчатыми или уплотненными пластинами с гладкой или морщинистой поверхностью, сужающимися книзу, с клиновидными основаниями. Края пластин цельные или извилистые (до почти курчавых). Клетки в большей части пластины 4–6-угольные (с поверхности), неправильной формы, беспорядочно расположены от основания до верхушки. Клетки у основания округлые, изодиаметрические, крупные, темные. Стенка полого таллома состоит из одного слоя клеток (26–30 мкм выс.), с утолщенным внутренним слизистым слоем. Хлоропласт цельный с грубыми краями, содержит 1, редко 2 пиреноида. Слоевище прикрепляется к твердому субстрату маленькой дисковидной подошвой. Растет на камнях, обломках мертвых кораллов и ракушке. Растения часто заматы песком. Обычна на литорали, в солоноватых водах эстуариев.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до тропических и умеренных вод в Южном полушарии.</p>



<p>1. Surface view of cells. 2. Transverse section of blade. 3. Habit. 4. Intertidal (Sesoko Island, Okinawa, Japan). Insert: long strap-like blades overgrowing pier wall (overhanging at low tide).</p>	<p>1. Вид клеток с поверхности. 2. Поперечный срез. 3. Внешний вид. 4. Литораль (о-в Сесоко, Окинава, Япония). Вставка: длинные лентовидные пластины, обрастающие стенки пирса.</p>
<p>Thallus bright green to dark green, 35–60 (–100) cm long, lobed or divided into numerous long ligulate or strap-shaped irregularly dichotomously branched blades, often twisted. Blades 1.7–3 (–5) cm wide, 60–80 mm thick in the upper part, 100–125 mm at the basal part. Margins entire, undulate, irregularly dentate or sinuate. Cells in surface view rounded polygonal, commonly arranged in pairs, 11.5–20 (–27) × 15–20 (–25) µm, irregularly arranged. Pyrenoids 1–2 (–3) per cell. In transverse section, cells narrow, palisade-like, 12–25 (–27) µm wide and 35–40 (–50) µm long. Growing on middle to low intertidal hard substrates, in intertidal pools, overgrowing vertical walls of piers, bridge piles, also epiphytic on large seaweeds, at shores with moderate wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical, subtropical waters of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище от ярко-зеленого, до темно-зеленого цвета, 35–60 (–100) см дл., лопастное или разделенное на многочисленные длинные, язычковые или лентовидные, неправильно дихотомически разветвленные пластины. Пластины 1.7–3 (–5) см шир., 70–80 (–125) мм толщ., часто скрученные. Края цельные, волнистые, неправильно зубчатые или выемчатые. Клетки с поверхности округло-полигональные, неправильно расположенные, обычно в парах, 11.5–20 (–27) × 15–20 (–25) мкм, с 1–2 (–3) пиреноидами. На поперечном срезе, клетки узкие палисадообразные, 12–25 (–27) мкм шир., 35–40 (–50) мкм дл. Растет на твердых субстратах в средней и нижней литорали, в литоральных лужах, обрастает вертикальные стенки пирсов, а также эпифитно на водорослях, на побережьях с умеренной волновой активностью.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	Ульва извилистая
-----------------------------	------------------



<p>1. Habit. 2. Surface view of cells. 3. Free floating masses (O Lan Lagoon, Vietnam).</p> <p>Thallus simple, slender, soft, flaccid, tubular, inflated and flexuose above, gregarious, or in tufts, light- to dark-green, 5–12 (–60) cm long, 1–7 (–10) mm broad. Thallus occasionally sparsely branched near the base into 2–3 similar branches, with or without proliferations. Branches gradually tapering downward, hollow, above slightly compressed, inflated, flexuose. Tips blunt, slightly swollen. Cells in surface view in regular longitudinal series; in young branches often in transverse series, quadrangular, rectangular, irregularly rounded-polygonal, 15–18×10–20 (–25) mm, basal cells to 50 mm long. In transverse section, cells oval to roundish, 18–25 mm high and 10–15 (–25) mm broad, sometimes with thickened lamellar inner membrane wall (in basal part of thallus). Chloroplast parietal with 1–6 (–8) (mostly 2–3) pyrenoids per cell. Rhizoids fusing to form lower stalk and basal pad. Growing on stones, in upper intertidal, in brackish, clear or polluted waters.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate north hemisphere to temperate latitudes of south hemisphere.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Клетки с поверхности. 3. Скопления на поверхности воды (лагуна О Лан, Вьетнам).</p> <p>Слоевище нежное, мягкое, простое, трубчатое, раздутое, извилистое, скученное или в пучках, от светло- до темно-зеленого цвета, 5–12 (–60) см дл., 1–7 (–10) мм шир. Слоевище скудно разветвлено около основания, с пролификациями или без них. Ветви постепенно сужающиеся к основанию, полые, слегка сдавленные, раздутые и извилистые. Верхушки тупые, слегка раздутые. Клетки с поверхности квадратные, прямоугольные, неправильно округло-полигональные, 15–18×10–20 (–25) мкм (базальные клетки до 50 мкм дл.). На поперечном срезе клетки от овальных до округлых, 18–25 мкм выс., 10–15 (–25) мкм шир. Мембрана в базальной части слоевища иногда утолщенная и слоистая с внутренней стороны. Хлоропласт пристенный с 1–6 (–8) (обычно с 2–3) пиреноидами. Ризоиды образуют ножку и базальную «подушку». Растет на камнях в верхней литорали в солоноватых водах.</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных широт в Северном полушарии до субтропических и умеренных в Южном полушарии.</p>
---	---

<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	Ульва латук
------------------------------	-------------



<p>Low intertidal. Insert: habit (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).</p>	<p>В нижней литорали (зал. Петра Великого, Японское море, Россия).</p>
<p>Thallus sheet-like, solitary or aggregated, simple or splitted into lobes, orbicular, elongated oval or irregular in shape, light-green, to yellowish-green, to 1 m long. Blades flat or ruffled, often with perforations, with smooth, undulate or folded margins, with cuneate or cordate base, sessile or on short cylindrical stipe. Cells in surface view irregular rounded, polygonal or rounded-polygonal, 10–27× (20)–22–47 mm, disordered. In transverse section, blade 100–200 mm thick at base and 40–120 in the upper part; cells near to square. Pyrenoids 1 (–2–3) per cell. Holdfast small, inconspicuous, disc-like. Growing on stones, in rocky pools, on muddy bottom with sand, stones and shells, in the middle and low intertidal zones to subtidal (20 m), in sheltered and moderately exposed shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide, arctic to tropical and temperate latitudes in south hemisphere.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, до 1 м дл., одиночное или скученное, простое или расщепленное на лопасти, округлое, удлинено-овальное или неправильной формы, от светло- до желтовато-зеленого цвета. Пластины плоские или морщинистые, часто с отверстиями, с гладкими или волнистыми (часто складчатыми) краями, с клиновидным или сердцевидным основанием, сидячие или на короткой цилиндрической ножке. Клетки с поверхности неправильно округлые, полигональные или округло-полигональные, 10–27× (20)–22–47 мкм, расположены беспорядочно. На поперечном срезе: пластина 100–200 мкм толщ. в основании и 40–120 мкм в верхней части; клетки почти квадратные. Хлоропласты с 1 (–2–3) пиреноидами. Подошва маленькая, незаметная, дисковидная. Растет на камнях, скалах, илистом грунте с песком, камнями и ракушей, на мелководье защищенных и подверженных умеренному волнению побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до тропических и умеренных вод в Южном полушарии.</p>

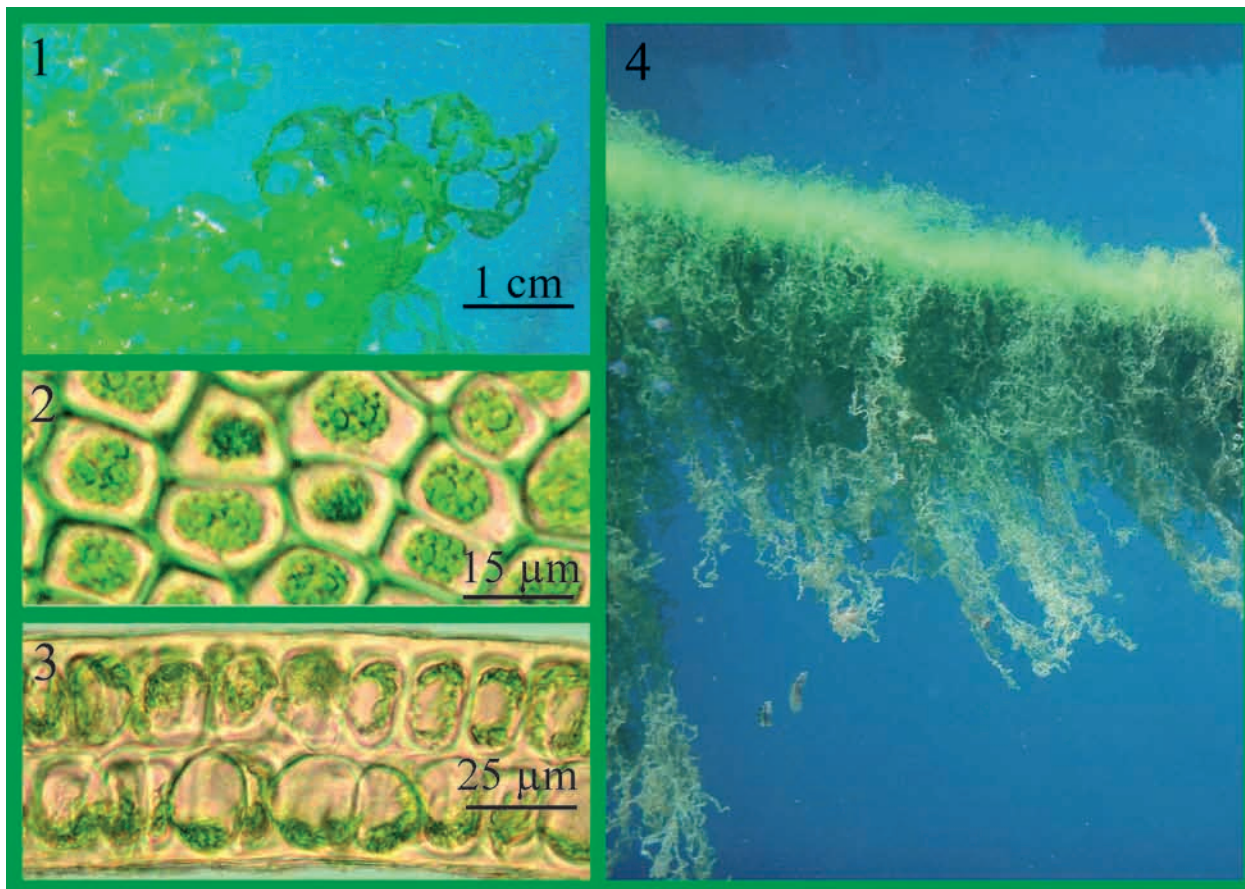
<i>Ulva linza</i> Linnaeus	Ульва линзовидная
----------------------------	-------------------



<p>On low intertidal boulders (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Photo of O.S. Belous.</p>	<p>На валунах в нижней литорали (зал. Петра Великого, Японское море, Россия). Фото О.С. Белоус.</p>
<p>Thallus sheet-like (elongated oval to linear), smooth, simple or occasionally sparsely branched at base, solitary or aggregated, light-green, to yellowish-green, 20–45 (–90) cm long, to 12 cm wide. Blades with long, cylindrical stipe, with cuneate or cordate base; distromatic, flattened, hollow only in stipe and along the margins. Margins entire, undulate. Cells in surface view mostly in longitudinal rows, disordered in the upper part; angular, roundish-polygonal, 10.5–21.5×8–19 mm. In transverse section, cells rectangular with roundish corners, 21–24 mm high, to 20 mm wide. Pyrenoids 1 (–2) per cell. Holdfast small, inconspicuous, disc-like. Growing on stones, rocks, muddy-sandy bottom, in the middle and low intertidal zones to subtidal (15 m), in brackish and polluted waters, in protected and semiprotected shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide, arctic to temperate latitudes of south hemisphere.</p>	<p>Слоевище пластинчатое (удлиненно-овальное до линейного), гладкое, простое или случайно скудно разветвленное в основании, одиночное или скученное, от светло- до желтовато-зеленого цвета, 20–45 (–90) см дл., до 12 см шир. Пластины на длинной цилиндрической ножке, с клиновидным или сердцевидным основанием; двухслойные, плоские, полые только в ножке и по краям. Края цельные, волнистые. Клетки с поверхности главным образом в продольных рядах, беспорядочно расположены в верхней части; угловатые, округло-полигональные, 10.5–21.5×8–19 мкм. На поперечном срезе клетки прямоугольные с округлыми углами, 21–24 мкм выс., до 20 мкм шир. Пиреноидов 1 (–2). Подошва маленькая, незаметная, дисковидная. Растет на камнях, скалах, на илисто-песчаном грунте, на литорали и в сублиторали, в солоноватых и загрязненных водах защищенных побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до умеренных широт в Южном полушарии.</p>

<i>Ulva pertusa</i> Kjellman	Ульва продырявленная
  	
<p>1. Habit. 2. Surface view of cells. 3. Transverse section of blade. 4. Upper and middle intertidal (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Поперечный срез пластины. 4. Верхняя и средняя литораль (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus membranous, rigid, bright green 8 (–40) cm high, variable in shape, often rosette-like, irregularly lobed, deeply split into blades (almost to the base). Blades flat or ruffled, 75–85 (–170) mm thick at base and 50 mm near margins, sometimes with holes in the middle part. Margins entire or undulate. Cells in surface view irregular rounded poly-gonal, (7.5) –10–15 (–20) ×12.5–17.5 (–30) μm, sometimes in series of paired cells. In transverse section cells roundish to palisade-like, vertically elongated (to 32 μm high). Pyrenoids 1–2 per cell. Holdfast small, inconspicuous, disc-like in the middle of thallus. Growing on hard substrate forming extensive mats in the upper and middle intertidal zones, often colonizing damaged corals.</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate, subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, жесткое, ярко-зеленого цвета, 8 (–40) см выс., различной формы, часто розеточной; беспорядочно лопастные, глубоко расщепленные на лопасти (почти до основания). Пластины плоские или морщинистые, 75–85 (–170) мм толщ. у основания и 50 мм по краям, иногда с отверстиями в средней части. Края цельные или волнистые. Клетки с поверхности неправильно округло-полигональные, (7.5) –10–15 (–20) ×12.5–17.5 (–30) мкм, иногда в рядах, парами. На поперечном срезе клетки округлые, палисадовидные (до 32 мкм выс.). Пиреноидов 1–2. Подошва маленькая, незаметная, дисковидная, в середине слоевища. Растет на твердых субстратах, образуя обширные маты в верхней и в средней литорали, часто колонизируя поврежденные кораллы.</p> <p><i>Распространение.</i> Умеренные, субтропические и тропические воды Индийского и Тихого океанов.</p>

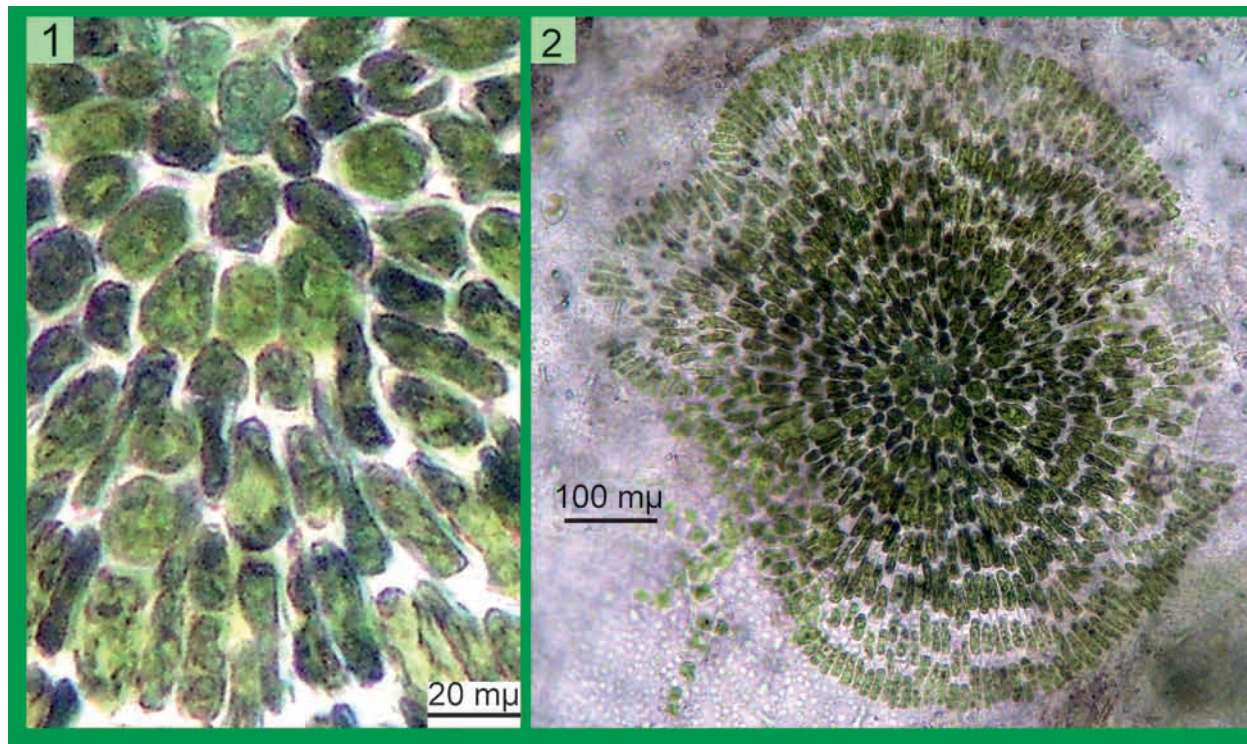
<i>Ulva reticulata</i> Forsskål	Ульва сетчатая
---------------------------------	----------------



<p>1. Fragment. 2. Surface view of cells. 3. Transverse section. 4. Plants densely overgrowing rope of lobster farm construction (Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент. 2. Вид клеток с поверхности. 3. Поперечный срез. 4. Растения, густо обрастающие конструкции (веревку) омаровой фермы (о-в Мот, зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus rough, ribbon-like, reticulate (membrane with numerous large and small holes), light to dark green, to 80 cm across. Margins of the thallus and edges around the holes are with microscopic serrations. Cells from surface view roundish-polygonal, 20–22×12.5–15 mm. In transverse section, the membrane of two cells layers, 45–50 (–60) mm thick; cells oval to roundish, 20–25 mm high, 10–20 (–22) mm broad. Growing on hard substrate from upper intertidal to subtidal, often epiphytically on <i>Sargassum</i> spp., seagrasses and also forming masses entangled into larger algae, in moderately wave-exposed shores. Abundant in polluted sites.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище грубое, лентовидное, сетчатое (мембрана с многочисленными большими и маленькими отверстиями), до 80 см в поперечнике, от светло- до темно-зеленого цвета. Края слоевища и отверстий с микроскопическими зубцами. Клетки с поверхности округло-полигональные, 20–22×12.5–15 мкм. На поперечном срезе: мембрана состоит из двух слоев клеток, 45–50 (–60) мкм толщ.; клетки овальные до кругловатых, 20–25 мкм выс., 10–20 (–22) мкм шир. Растет на твердых субстратах от верхней литорали до сублиторали, обычно в местах с умеренным волнением, часто эпифитно на <i>Sargassum</i> spp. и морских травах, а также образует скопления, перепутанные с другими водорослями. В массовых количествах развивается в загрязненных водах.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до умеренных вод в Южном полушарии.</p>

Family Ulvellaceae

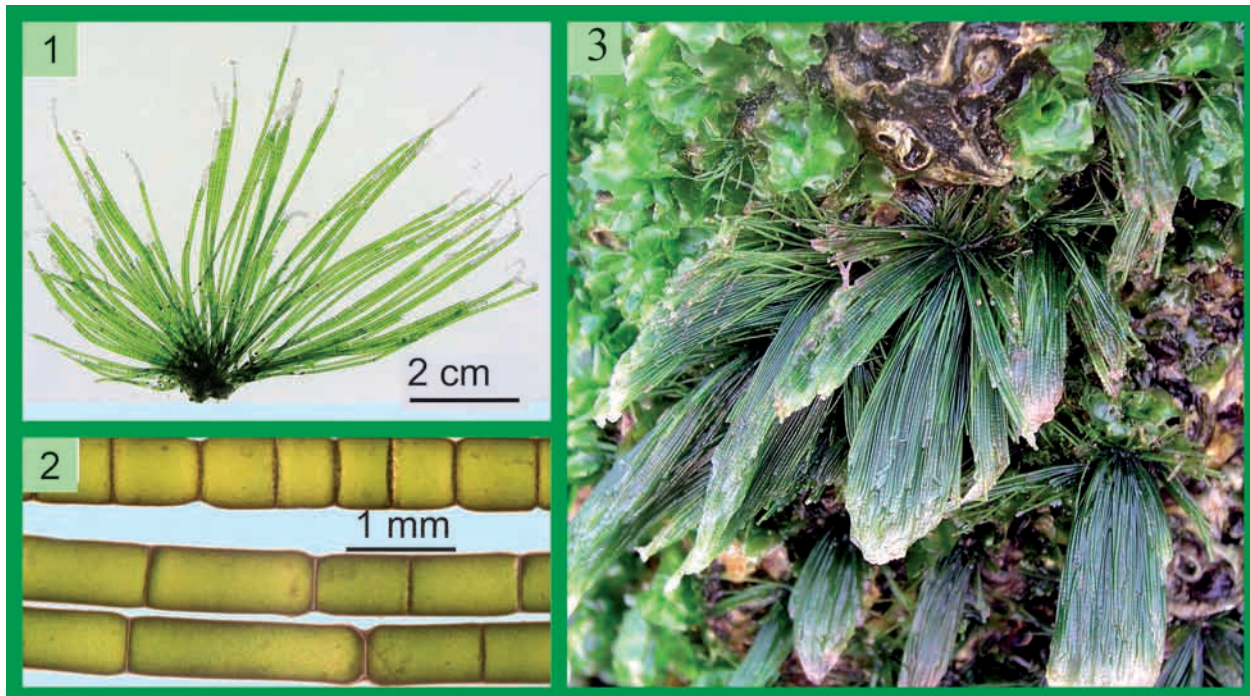
<i>Ulvella lens</i> P.L. Crouan & H.M. Crouan	<i>Ульвелла линзообразная</i>
---	-------------------------------



<p>1. Surface view of cells. 2. Habit, epiphytic on <i>Phyllodictyon anastomosans</i> stalk (Hainan Island, China).</p>	<p>1. Вид клеток с поверхности. 2. Внешний вид, эпифит на ножке <i>Phyllodictyon anastomosans</i> (о-в Хайнань, Китай).</p>
<p>Thallus microscopic, forming bright green disc-like crusts to 5 mm diam., parenchymatous, at first monostromatic, later 2–3 cells thick in the middle portion and one-layer thick in margins. Marginal cells from surface view radially elongated, rectangular, often cuneate and distally forked, 3–8×10–30 μm. Cells in the middle portion irregularly arranged, almost isodiametric from surface view, 5–10 (–15) μm diam. Hairs absent; pyrenoid 1 (if present). Rhizoids absent, crusts tightly adhering to the substratum by whole lower surface. Growing on intertidal shells, epiphytically (mostly on <i>Laurencia</i> spp., <i>Cladophora catenata</i>, <i>Valonia ventricosa</i>).</p> <p><i>Distribution.</i> Temperate, subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. This species is widely cultivated for abalone feeding.</p>	<p>Слоевище микроскопическое, образующее ярко-зеленые корки до 5 мм в диам., паренхиматозное, вначале однослойное, затем двух-трехслойное в средней части и однослойное по краям. Краевые клетки с поверхности радиально удлиненные, прямоугольные, часто клиновидные и дистально вильчатые, 3–8×10–30 мкм. Клетки в средней части беспорядочно расположенные, почти изодиаметрические, 5–10 (–15) мкм в диам. Волоски отсутствуют; пиреноид один (если присутствует). Ризоиды отсутствуют, корки плотно прикрепляются к субстрату всей нижней поверхностью. Растет в литоральной зоне на раковинах, эпифитно (в основном на <i>Laurencia</i> spp., <i>Cladophora catenata</i>, <i>Valonia ventricosa</i>).</p> <p><i>Распространение.</i> От умеренных до тропических вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Широко культивируется в странах, выращивающих морское ушко как корм для молодых моллюсков.</p>

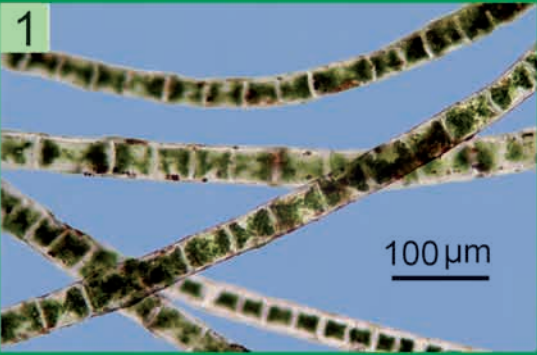
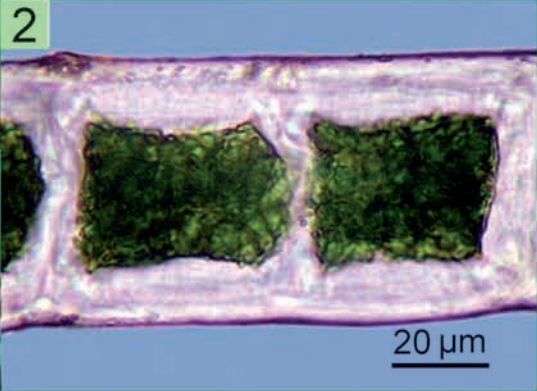

FAMILY CLADOPHORACEAE

<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory de Saint-Vincent) Kützting	Хетоморфа усиковидная
--	------------------------------

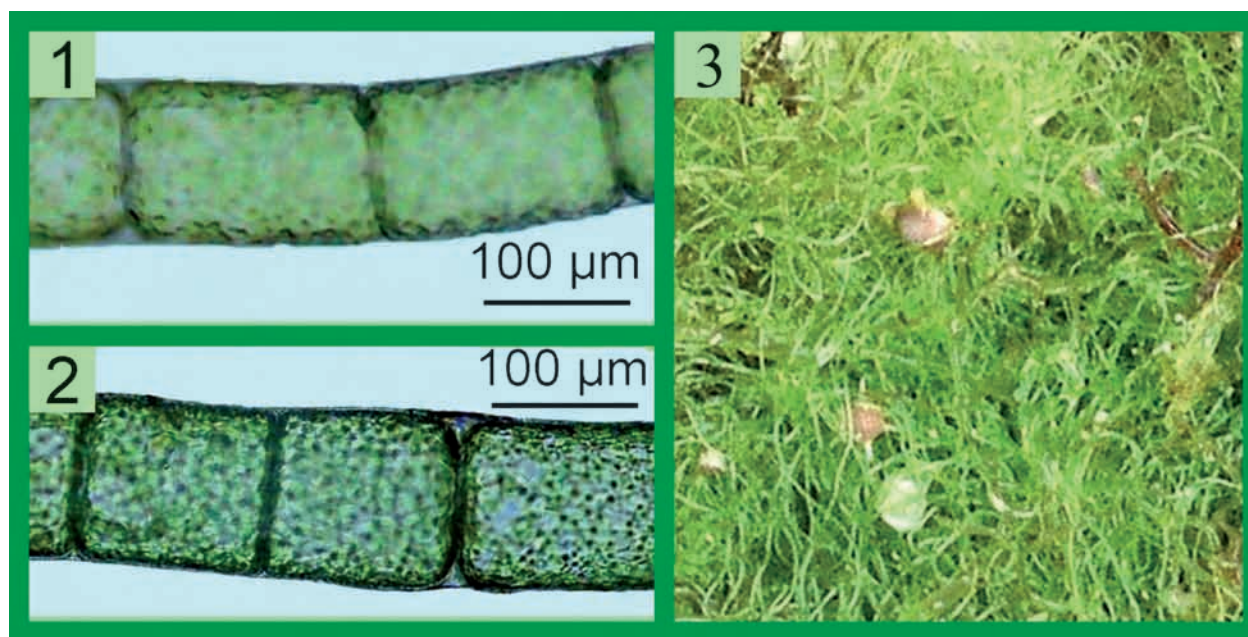


<p>1. Habit. 2. Fragment of filament showing dividing cells. 3. Pile overgrown mostly by <i>Chaetomorpha antennina</i>, the upper intertidal zone at low tide (Nhatrang City, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Фрагмент нити, с делящимися клетками. 3. Свая, обросшая <i>Chaetomorpha antennina</i>, в верхней литорали (г. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus filamentous, rigid, caespitose, gregarious, forming dense brush-like tufts, 1.2–4 (–12) cm long, dark green to bluish-green. Filaments straight, 420–730–(900) mm diam. near tips tapering to 200 mm diam. near to the basal portion and 70 mm diam. close to the rhizoidal part. Cells cylindrical, 2–4 diameters long. Cell walls thick, striated (especially in basal cell), grayish or light brownish, slightly constricted at septations. Basal cell elongated to 4.5–12 mm long with annular constrictions near the base. Rhizoids fine, branched, 25–30 mm diam., 175–1000 mm long. Growing on rocky substrate (often in crevices and holes) in the upper to lower intertidal zone exposed to moderate and strong wave action.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище нитчатое, жесткое, дернистое, скученное, образующее густые щетковидные пучки, 1.2–6 (–12) см дл., от темно-зеленого до голубовато-зеленого цвета. Нити прямые, 420–730–(900) мкм в диам. у верхушек, сужающиеся до 200 мкм в диам. в базальной части. Клетки цилиндрические, 2–4 диаметра длиной. Клеточные стенки толстые, слоистые, сероватого или светлого буроватого цвета, слегка сжаты на сочленениях. Базальная клетка удлиненная (до 4.5–12 мм), с кольчатыми перетяжками около основания. Ризоиды тонкие, разветвленные, 25–30 мкм в диам., 175–1000 мкм дл. Растет на скалах, часто в трещинах скал, в литоральной зоне, на побережьях с умеренным и сильным волновым воздействием. Часто обрастает искусственные субстраты.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в Японии, Китае, Вьетнаме, Таиланде, Индонезии, на Тихоокеанских островах.</p>

<i>Chaetomorpha basiretrorsa</i> Setchell	Хетоморфа отогнутая книзу
	
<p>1. Fragment of filament showing barrel-shaped cells. 2. Secondary finger-like attachments. 3. Basal portion of filament with rhizoids. 4. Middle intertidal exposed to air at low tide (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Фрагмент нити с бочонковидными клетками. 2. Вторичные пальцевидные ризоиды. 3. Базальная часть с ризоидами. 4. Средняя литораль во время отлива (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus filamentous, rigid, caespitose, gregarious, with curved downward filaments, 2–3 (–4.5) cm long, shining, dark-green and iridescent in water. Filaments 500–800 (–1000) μm diam. gradually decreasing to the base to 200–300 μm diam. Cells cylindrical, slightly swollen, barrel-shaped, 0.5–4 diameters long, constricted at joints. Cell wall 25–45 μm thick, striated, grayish or light brownish especially in the basal cell. The basal cell to 1.6 mm long ending into long branched rhizoids in open connection with the mother (basal) cell. In most cases, secondary finger-like rhizoids develop laterally on the basal cell. Growing in the middle intertidal zone on hard substrate, forming dense clusters occupying areas to 15 cm diam.</p> <p><i>Note.</i> The alga is a source of sulphated polysaccharides-antioxidants.</p> <p><i>Distribution.</i> Pacific Ocean, Japan (Ryukyu Islands), Tahiti.</p>	<p>Слоевище нитчатое, жесткое, дернистое, скученное, с загнутыми книзу нитями, 2–3 (–4.5) см дл., блестящего темно-зеленого цвета и переливчатое под водой. Нити 500–800 (–1000) мкм в диам., постепенно сужающиеся к основанию до 200–300 мкм в диам. Клетки цилиндрические, слегка раздутые, бочонковидные, 0.5–4 диаметра длиной с перетяжками на сочленениях. Клеточная стенка толстая, слоистая, сероватого или светлого буроватого цвета, особенно в базальной клетке. Базальная клетка удлинённая до 1.6 мм, с длинными разветвленными ризоидами на конце. В большинстве случаев развиваются вторичные пальцевидные ризоиды на базальной клетке сбоку. Растет в средней литоральной зоне на твердых субстратах, часто в затенении, образуя густые пучки, занимающие пространства до 15 см в диам.</p> <p><i>Распространение.</i> Тихий океан. Архипелаг Рюкю (о-в Сесоко, о-в Окинава, о-в Таити).</p>

<i>Chaetomorpha javanica</i> Kützting	Хетоморфа яванская
  	
<p>1. Filaments. 2. Filament showing dividing cells with thick wall. 3. <i>C. javanica</i> tangled with <i>Cladophora socialis</i> and <i>Chaetomorpha linum</i>, forming extensive floating masses on the surface of O Lan Lagoon (Vietnam).</p>	<p>1. Нити. 2. Фрагмент с делящимися клетками и толстой оболочкой. 3. <i>C. javanica</i>, перепутанные с <i>Cladophora socialis</i> и <i>Chaetomorpha linum</i>, образующие обширные скопления на поверхности лагуны О Лан (Вьетнам).</p>
<p>Thallus filamentous, solitary, bright-, or dark-green, (1) –3–5 (–9) cm long. Filaments slender, 35–50 (–100) mm diam. tapering to 30 mm diam. near base. Cells cylindrical, (0.5) –1–2 (–4) diameters long, often in pairs. Cell walls thick to 10 mm, striated, grayish, slightly constricted at joints in the upper portion of filament. Basal cell 22–32 (–48) mm diam, 55–135 (–225) mm long, ending into fine, slightly lobed attachment. Growing on hard substrate in the upper intertidal zone at sheltered sites and exposed to wave action. Epiphytic on <i>Bostrychia tenella</i> in the uppermost intertidal zone.</p> <p><i>Note.</i> The alga is a source of sulphated polysaccharides-antioxidants.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic (Central America), Indian and Pacific Oceans (Vietnam, Indonesia, Australia and New Zealand, Pacific Oceans).</p>	<p>Слоевище нитчатое, одиночное, ярко- или темно-зеленого цвета, (1) –3–5 (–9) см дл.. Нити тонкие, 35–50 (–100) мкм в диам., сужающиеся к основанию до 30 мкм. Клетки цилиндрические, (0.5) –1–2 (–4) диаметра длиной, часто в парах. Клеточные стенки толстые, до 10 мкм, слоистые, сероватого цвета, со слабыми перетяжками на сочленениях в верхней части нити. Базальная клетка 22–32 (–48) мкм в диам., 55–135 (–225) мкм дл., заканчивающаяся маленькой, слегка разветвленной подошвой. Растет на твердых субстратах в верхней литорали в защищенных и с умеренным волнением местах. Эпифитно на <i>Bostrychia tenella</i>, в самом верхнем горизонте литоральной зоны.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Атлантического (Центральная Америка), Индийского и Тихого океанов (Вьетнам, Индонезия, Австралия и Новая Зеландия, Тихоокеанские острова).</p>

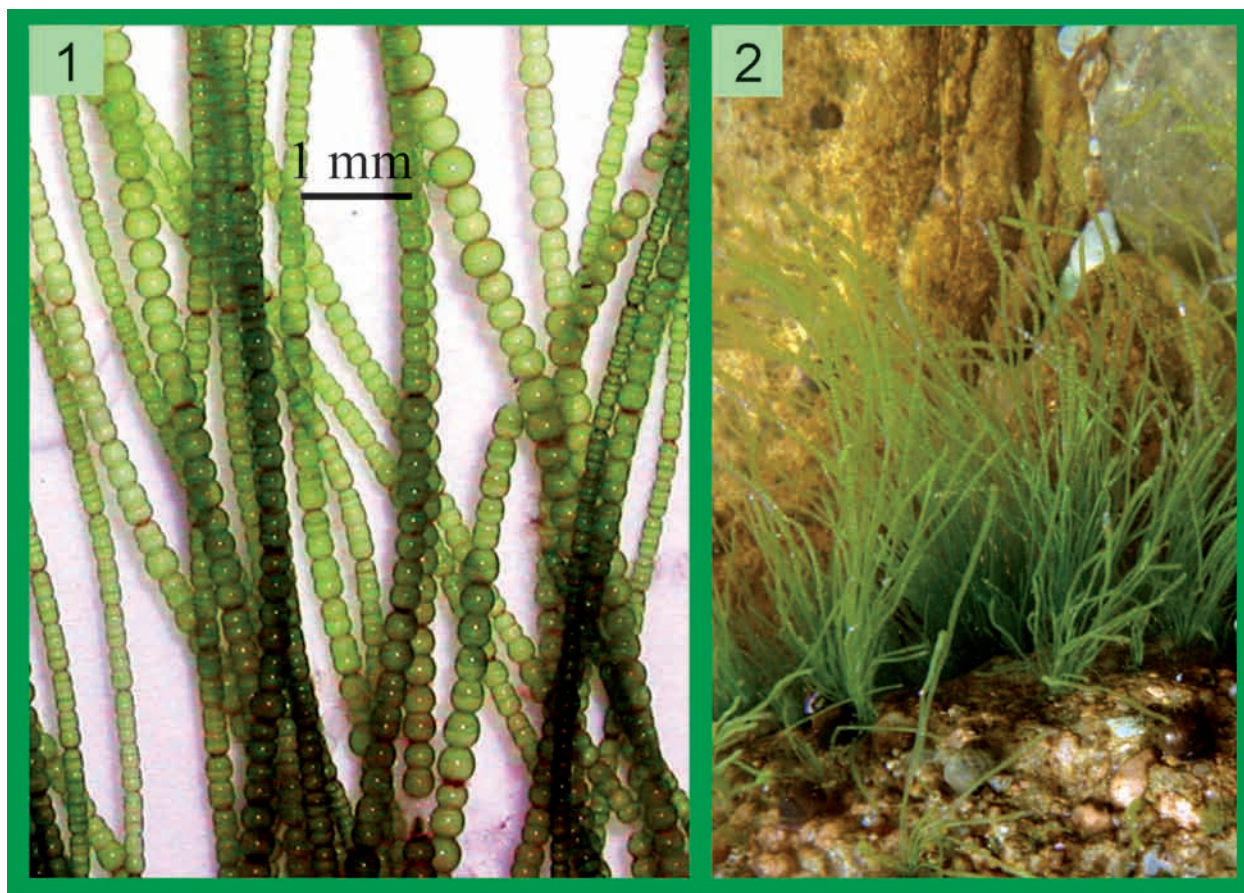
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützinger	Хетоморфа льняная
---	--------------------------



1, 2. Filament structure. 3. Intertwined filaments masses in intertidal pool (Sesoko Island, Okinawa, Japan).	1, 2. Структура нити. 3. Скопления перепутанных водорослей в литоральной луже (о-в Сесоко, Окинава, Япония).
<p>Thallus filamentous, stiff, gregarious, shining bright green to dark green. Filaments unbranched, coarse, twisted, loosely tangled, 10–40 cm long. In the lower part cells cylindrical, with slight constrictions at joints, 100–130 (–350) µm diam., (0.5) –1–3 diameters long, cell wall thick, 13–20 (–35) µm. Above cells cylindrical, slightly swollen, 300–500 (–900) µm diam., (0.5) –1–2 (–3) diameters long, constricted at cell joints, cell wall thin. Basal cell (60) –100–240 µm diam., 300–900 µm long, ending into lobed haptera. Growing on rocky, sandy-muddy bottom with stones and shells, epiphytically on large algae, in the middle intertidal to subtidal, forming floating and free lying intertwined masses in calm shallow pools.</p> <p>Distribution. Arctic to temperate waters in south hemisphere. Common in the Asian-Pacific countries (Russia, Japan, China, Korea, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Singapore, Australia and New Zealand, Pacific Islands).</p>	<p>Слоевище нитчатое, жесткое, скученное, блестящего, от ярко- до темно-зеленого цвета. Нити неразветвленные, грубые, скрученные, свободно переплетенные. В нижней части клетки цилиндрические, со слабыми перетяжками на сочленениях, 100–130(–350) мкм в диам., 1–3 диаметра длиной, клеточная стенка толстая 13–20(–35) мкм. Выше клетки цилиндрические, слегка раздутые, 300–500 (–900) мкм в диам., (0.5) –1–2 (–3) диаметров длиной, с перетяжками на сочленениях, клеточная стенка тонкая. Базальная клетка (60) –100–240 мкм в диам., 300–900 мкм дл., заканчивающаяся лопастной подошвой. Растет на скальном, песчано-илистом с камнями и ракушей грунтах и эпифитно на крупных водорослях, в средней литорали и в сублиторали, образуя перепутанные массы в мелководных литоральных лужах, на защищенных участках побережий.</p> <p>Распространение. От Арктики до умеренных вод в Южном полушарии. Обычна в странах АТР (России, Японии, Китае, Корее, Вьетнаме, Таиланде, Сингапуре, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах).</p>

Chaetomorpha moniligera Kjellman

Хетоморфа четконосная



1. Habit. Photo O.S. Belous. 2. Habitat, low intertidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia).

1. Внешний вид. Фото О.С. Белоус 2. Нижняя литораль в зал. Петра Великого (Японское море, Россия).


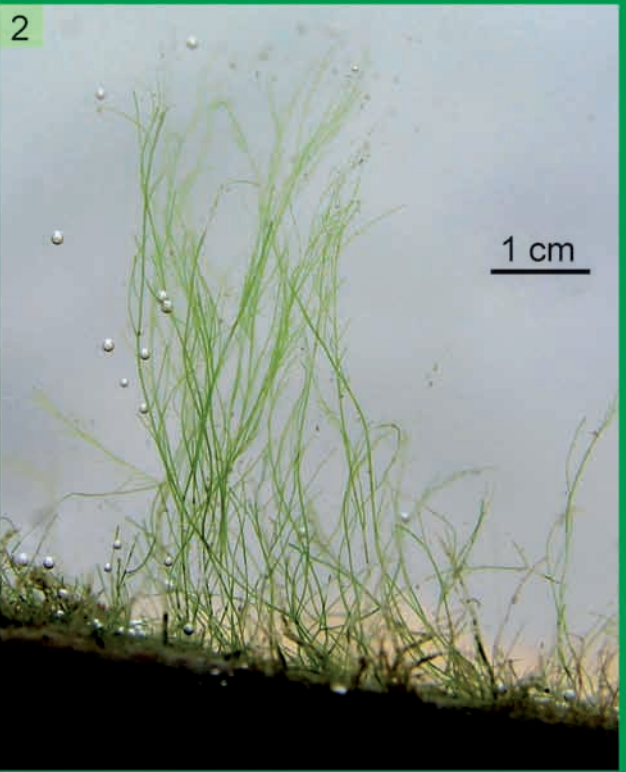
Thallus filamentous, soft, caespitose, gregarious, erect or lodged, to 30 cm long, bright-green or pale-green. In the lower part cells cylindrical, slightly swollen, with slight constrictions at joints, 100–130 (–350) μm diam., 2–4 diameters long, with thick, striated cell wall, (13) –25–30 (–60) μm . Above cells becoming barrel-shaped, to almost spherical in the upper portion, 700–1000 (–2000) μm diam., constricted at cell joints, cell wall thin. Basal cell elongated 4–6 diameters long, ending into slightly lobed disc-like holdfast. Growing on stony, muddy-sandy bottom in intertidal to upper subtidal in bays; on rocks in intertidal pools and crevices forming dense tufts.

Note. The alga is a source of natural antioxidants.

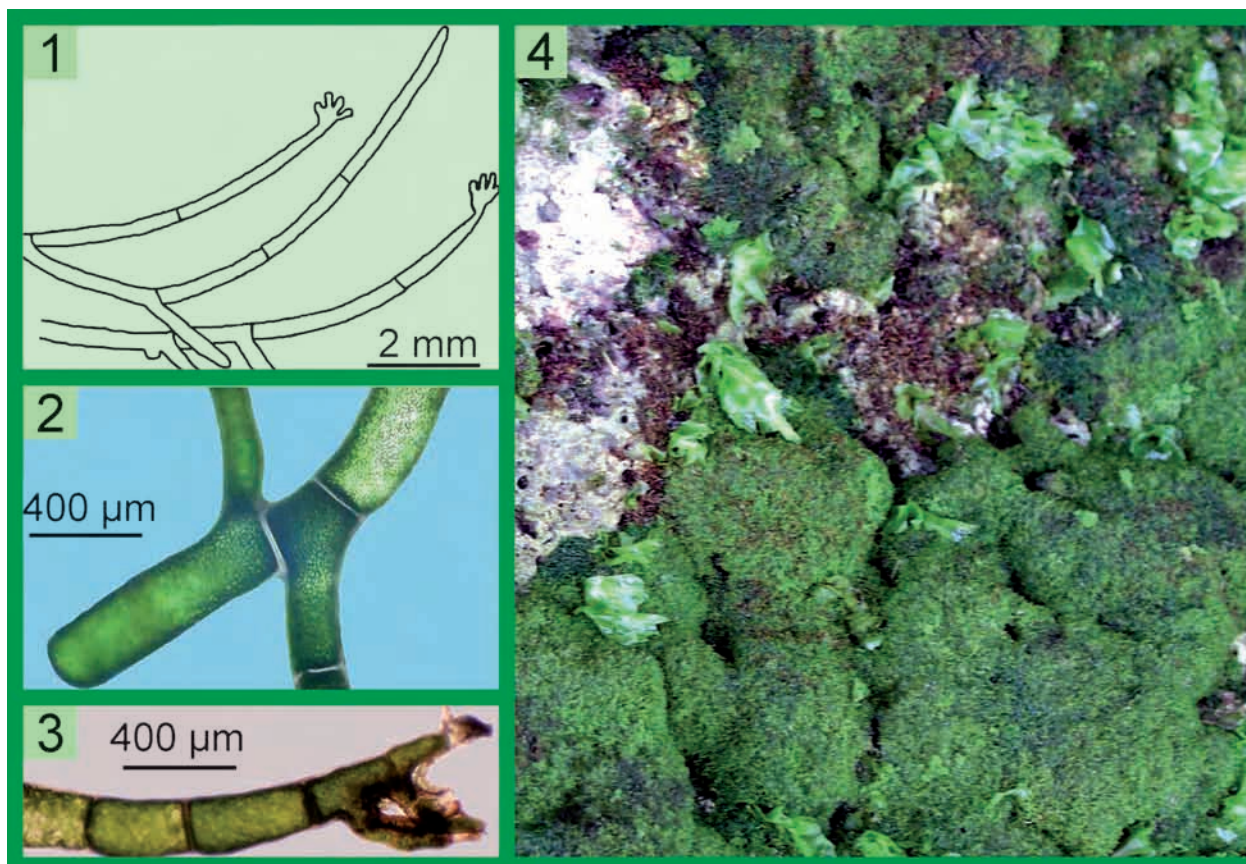
Distribution. Okhotsk Sea and Sea of Japan. Common in the Asian-Pacific countries: Russia (Kurile Islands, Sakhalin, Peter the Great Bay), Japan, Korea.

Слоевище нитчатое, мягкое, дернистое, скученное, прямостоячее или лежащее, до 30 см дл., ярко-зеленого или бледно-зеленого цвета. Клетки в нижней части цилиндрические, слегка раздутые, со слабыми перетяжками на сочленениях, 100–130 (–350) μm в диам., с клеточной стенкой, (13) –25–30 (–60) μm толщ. Выше клетки бочонковидные, до почти сферических в верхней части, 700–1000 (–2000) μm в диам., с перетяжками на сочленениях и с тонкими клеточными стенками. Базальная клетка удлиненная, 4–6 диаметров длиной с лопастной дисковидной подошвой на конце. Растет на каменистом, илисто-песчаном грунте в литоральной и в верхней сублиторальной полосе в бухтах, на скалах (в литоральных лужах и расщелинах), образуя плотные куртины.

Распространение. Охотское, Японское моря. Обычна в странах АТР: в России (Курильские острова, Сахалин, зал. Петра Великого), в Японии и Корее.

<i>Cladophora flexuosa</i> (O.F. Müller) Kützting	Кладофора извилистая
	
<p>1. Branch fragment. 2. Young plants growing on the shell <i>Conus</i> sp. sampled at depth of 5 m (Song Lo, Vietnam). (Photo in aquarium).</p> <p>Thallus filamentous, soft, flaccid, flexuosus, bushy, forming entangled (especially in the lower portion) masses, to 30 cm high, bright-, pale-green to olive, glossy, attached or free floating. Branching di-, trichotomous, alternate. Cells cylindrical: in the main axes and primary branches 90–130 (–160) μm diam., 3–5 diameters long, above 40–80 μm diam., 4–7 diameters long, and in branches of the last order 20–40 (–60) μm diam., 3–5 (–8) diameters long, with slight constrictions at joints and with acute apices. Cell walls thin, 3–10 μm thick at the basal portion and 1–2 μm thick in branchlets. Branchlets straight, unilateral (comb like), rarely alternate or opposite, angling 50–65°. Growing on rocks, stones, often in crevices, on shells, in semiprotected areas and exposed to strong wave, intertidal to subtidal.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Arctic to Antarctic. Common in the Asian-Pacific countries: Russia (Sakhalin), Japan, Korea, Vietnam, Australia and New Zealand.</p>	<p>1. Фрагмент ветви. 2. Молодые растения на раковине <i>Conus</i> sp. (р. Ло, Вьетнам). (Фото в аквариуме).</p> <p>Слоевище нитчатое, мягкое, повислое, извилистое, кустистое, образующее перепутанные (особенно в нижней части) массы, до 30 см выс., ярко-, бледно-зеленого до оливкового цвета, блестящее, прикрепленное или свободноплавающее. Ветвление ди-, трихотомическое, очередное. Клетки цилиндрические: в главных побегах 90–130 (–160) мкм в диам., 3–5 диаметров длиной, выше 40–80 мкм в диам., 4–7 диаметров длиной и в ветвях последнего порядка 20–40 (–60) мкм в диам., 3–5 (–8) диаметров длиной, со слабыми перетяжками на сочленениях и с острыми верхушками. Клеточные стенки тонкие, до 1–2 мкм в веточках. Конечные веточки прямые, расположены односторонне гребенчато, редко поочередно или супротивно, под углом 50–65°. Растет на литорали и в сублиторали, на твердых грантах в полузащищенных и открытых участках побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> От Арктики до Антарктики.</p>

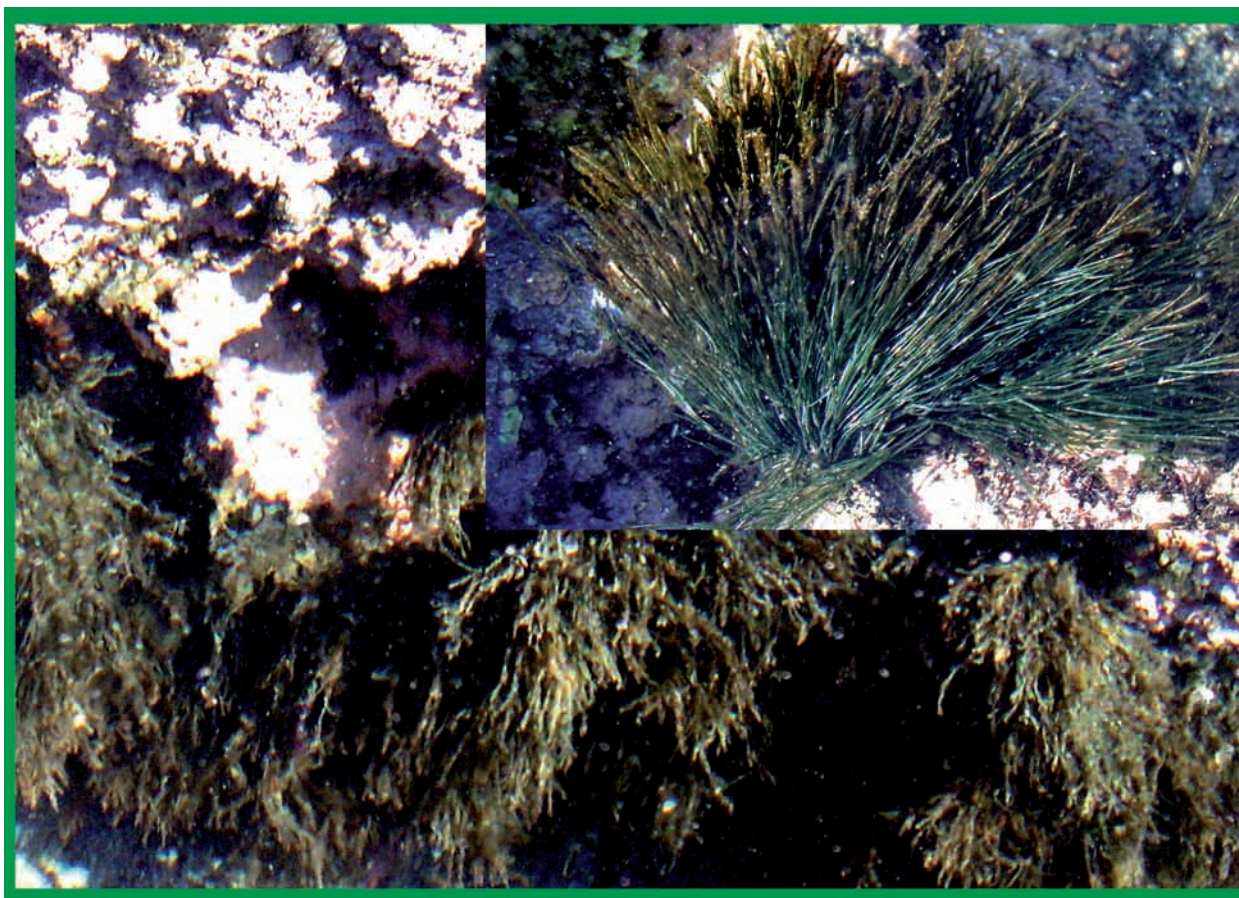
<i>Cladophora herpestica</i> (Montagne) Kützinger	Кладофора ползучая
--	---------------------------



<p>1, 3. Lateral filaments ending into finger-like attachments. 2. Branching pattern. 4. Upper intertidal (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1, 3. Боковые ветви, заканчивающиеся пальцевидными органами прикрепления. 2. Особенности ветвления. 4. В водорослевом торфе в верхней литоральной зоне (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus filamentous, at first prostrate, and erect later, forming dense cushion-like mats, composed of tangled coarse filaments, 0.5–3 cm high, dark-green. Branching irregular, unilateral, alternate. Filaments (166) –230–320 mm diam., lateral filaments 220–250 mm diam., 0.5–1 (–4.2) mm long (to 15 diameters long). Secondary finger-like attachments originating as extension of upper end of parent cell (as a continuation of the cell). Cell walls thick, striated, (15) –26–33 (–50) mm. Rhizoids inconspicuous. Growing on stones, dead corals, in upper intertidal, often forming turf-like monodominant communities.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine (antimicrobial, antifungal activities).</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries.</p>	<p>Слоевище нитчатое, сначала стелющееся, затем прямостоячее, образующее плотные “подушковидные” дернины, состоящие из переплетенных грубых нитей, 0.5–3 см выс., темно-зеленого цвета. Ветвление неправильное, одностороннее. Нити (166) –230–320 мкм в диам., боковые нити 220–250 мкм в диам., 0.5–1 (–4.2) мм дл. (до 15 диаметров длиной). Вторичные пальцевидные органы прикрепления образуются на верхнем конце родительской клетки (как продолжение клетки). Клеточные стенки толстые, слоистые, (15) –26–33 (–50) мкм толщ. Ризоиды незаметные. Растут на скалах и камнях и мертвых кораллах в верхней литорали. Часто образуют торфоподобные монодоминантные сообщества.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Индийского и Тихого океанов.</p>

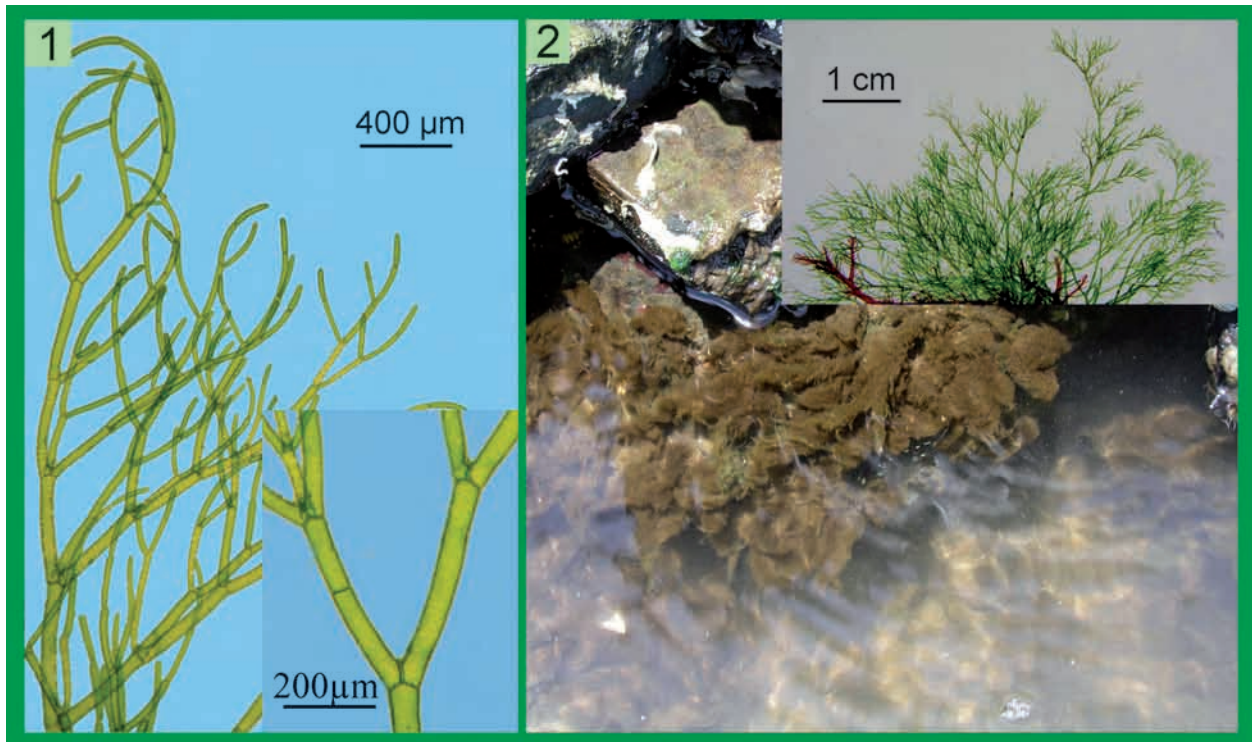
Cladophora hutchinsiae (Dillwyn) Kützing

Кладофора Хатчинс



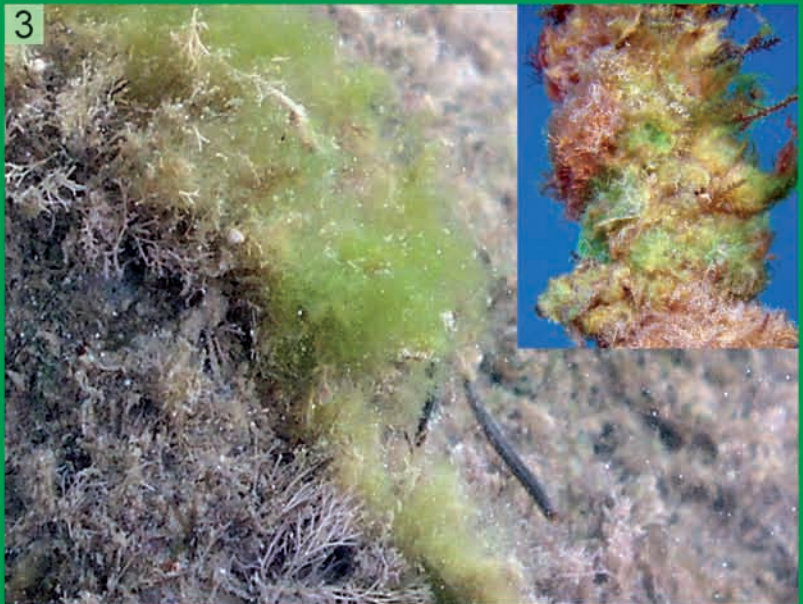


Upper intertidal (Jeju Island, Korea).	На скалах в средней литорали (о-в Чеджу, Корея).
<p>Thallus filamentous, bushy, to 40 cm high, dark grayish-green or olive-green. Filaments stiff, coarse. Branching dichotomous, irregular. Main axes flexuosus, sparingly branched (120) –240–400 mm diam., cells cylindrical, 1–3 (–4) diameters long, bearing branches of different lengths. Primary branches elongate, flagelliform, 160–240 µm diam., bearing branches and branchlets. Branchlets straight, irregularly arranged or unilaterally with blunt tips. The cells 90–195 µm diam., 1–2 (–4) diameters long, constricted at joints. Growing on rocks (often on vertical walls forming belt), stones, intertidal to subtidal (20 m deep).</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine (antimicrobial, antifungal activities).</p> <p><i>Distribution.</i> Europe, Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in South Korea (Jeju Island).</p>	<p>Слоевище нитчатое, кустистое, до 40 см выс., темного серовато-зеленого или оливково-зеленого цвета. Нити жесткие, грубые. Ветвление дихотомическое, беспорядочное. Главные ветви цилиндрические, извилистые, (120) –240–400 мкм в диам, 1–3 (–4) диаметра длиной, скудно разветвленные, несут ветви различной длины. Ветви первого порядка удлиненные, бичевидные, 160–240 мкм в диам., несут ветви и веточки различной длины. Веточки прямые, беспорядочно расположенные или односторонне, с тупыми верхушками. Клетки ветвей и веточек 90–195 мкм в диам., 1–2 (–4) диаметра длиной, с перегородками на сочленениях. Растет на твердом грунте (камнях, скалах) в литоральной зоне, часто на вертикальных стенках, где образует пояс, и в верхней сублиторали (до 20 м глуб.).</p> <p><i>Распространение.</i> Европа, Атлантический, Индийский и Тихий океаны. В странах АТР: Ю. Корея (о-в Чеджу).</p>

<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützinger	Кладофора ярко-зеленая
--	-------------------------------



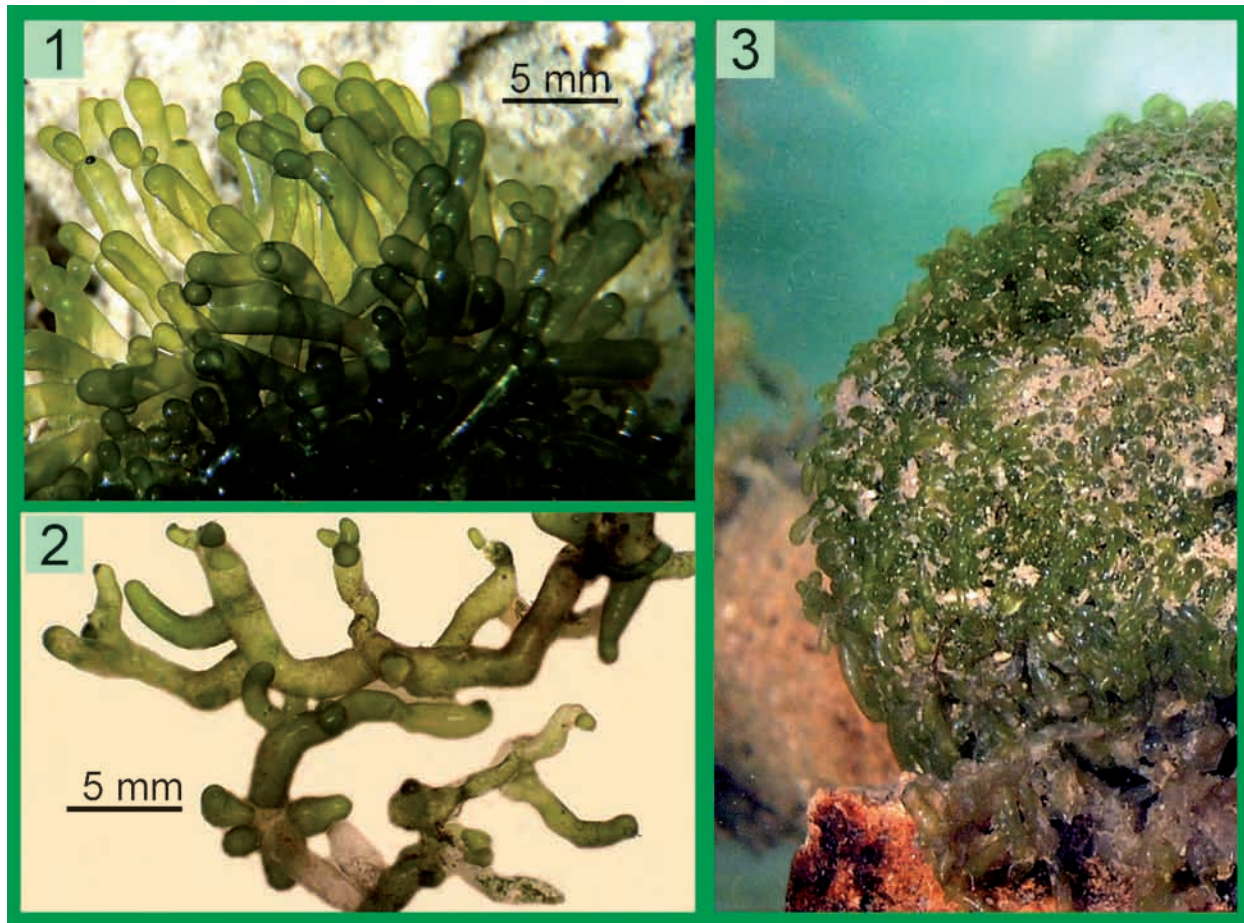
<p>1. Branching pattern. 2. Intertidal rocks overgrown by <i>C. laetevirens</i>, which densely covered by Diatoms, giving brown color to the plants (O Lan Lagoon, Vietnam). Insert: Habit (on Lobster farm constructions, Mot Island, Vietnam).</p>	<p>1. Особенности ветвления. 2. <i>C. laetevirens</i> на камнях в литоральной зоне, густо покрыта диатомеями, придающими бурый цвет растениям (лагуна О Лан, Вьетнам). Вставка: внешний вид растений, на конструкциях омаровой фермы в зал. Нячанг (о-в Мот, Вьетнам).</p>
<p>Thallus stiff, bright green, 0.7–1.0 (–30) cm high, in tufts. Branching irregular, pseudodichotomous below in main axes, pseudotrichotomous above and unilateral (sometimes alternate) in the upper portion, angling 25–45°. Branches straight or slightly curved, 60–117 (–250) mm diam., cells 2.5–11 diameters long, one-two branches at joints. Ultimate branchlets arranged unilaterally, sometimes verticillate (up to 5 branchlets). Apical cells straight or slightly curved, (20) –25–40 mm diam., (3) –5–9 diameters long, sometimes slightly swollen at distal ends. Basal cell 75–80 mm diam., 2–8 diameters long, ending into branched rhizoids. Growing on hard substrates, in rocky crevices, in the low intertidal zone.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine (antimicrobial, antifungal activities).</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide: Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries (Japan, South Korea, Vietnam, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands).</p>	<p>Слоевище жесткое, ярко-зеленого цвета, 0.7–1.0 (–30) см выс., ложнодихотомическое в главных осях, выше ложнотрихотомическое и одностороннее (иногда очередное) в верхних частях, с углом ветвления 25–45°. Ветви прямые или слегка загнутые, 60–117 (–250) мкм в диам., клетки 2.5–11 диаметров длиной, с одной-двумя ветвями на сочленениях. Конечные веточки расположены односторонне, иногда мутовчато (до 5 веточек). Апикальные клетки прямые или слегка загнутые, (20)–25–40 мкм в диам., (3)–5–9 диаметров длиной, иногда слегка раздуты на верхушках. Базальная клетка 75–80 мкм в диам., 2–8 диаметров длиной, заканчивающаяся разветвленными ризоидами. Растет на твердых субстратах (камни, мертвые кораллы), в трещинах скал, в нижней литорали.</p> <p><i>Распространение.</i> Всюду, в водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek	Кладофора раскидистая
 	
<p>1. Fragment. 2. Terminal branching pattern. 3. Upper intertidal (Danang City, Vietnam). Insert: On the rope of lobster farm construction (Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент. 2. Особенность ветвления у верхушки. 3. Верхняя литораль (г. Дананг, Вьетнам). Вставка: на веревке омаровой фермы (о-в Мот, зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus filamentous, bushy, forming spherical masses or tufts, 3–20 (–30–50) cm high, pale-green to light green. Branching pseudodichotomously below, sparingly alternately, unilaterally or verticillate above (to 5–6 branchlets), ending into densely branching terminal fascicles. Terminal branchlets arranged mainly unilaterally. Angle of ramification 50–90- (140°) in the main axes and 25–55° in the upper portion. Cells cylindrical, barrel-shaped or clavate, slightly constricted at joints, 80–200 (–300) µm diam., 1.5–12 (–14) diameters long in main axes, above tapering to 80–130 (–160) µm diam., 1.5–5.5 (–15) diameters long. Apical cells cylindrical, curved, with rounded tips or slightly tapering, (13.5) –40–60 µm diam., 3.5–5 (–20) diameters long. Rhizoids fine, branched, develop from the basal cells. Growing on hard substrate, in intertidal rocky pools, epiphytic on large algae.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine (antimicrobial, antifungal activities).</p> <p><i>Distribution.</i> Worldwide: Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Singapore, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище нитчатое, кустистое, образующее сферические массы или пучки, 3–20 (–30–50) см выс., от бледно-зеленого до светло-зеленого цвета. В нижней части слоевища ветвление ложнодихотомическое, в верхней – скудно очередное, одностороннее или мутовчатое (до 5–6 веточек), образующее густо разветвленные пучки. Конечные веточки расположены односторонне, под углом 50–90- (140°) в главных осях и 25–55° в верхней части. Клетки цилиндрические, бочонковидные или булавовидные, с легкими перетяжками на сочленениях, 80–200 (–300) мкм в диам., 1.5–12 (–14) диаметров длиной в середине главных побегов, выше сужающиеся до 80–130 (–160) мкм в диам., 1.5–5.5 (–15) диаметров дл. Апикальные клетки цилиндрические, загнутые, с тупыми верхушками, (13.5) –40–60 мкм в диам., 3.5–5 (–20) диаметров дл. Ризоиды тонкие, разветвленные, развиваются из базальных клеток. Растет на твердых субстратах, в литоральных лужах, эпифитно на крупных водорослях.</p> <p><i>Распространение.</i> В водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Вид обычен в странах АТР.</p>

ORDER SIPHONOCCLADALES
FAMILY BOODLEACEAE

Valonia aegagropila C. Agardh

Валония эгагропильная



1. Portion of a cushion. 2. Individual branch from a cushion. 3. Habitat, on intertidal dead corals (Okinawa Island, Japan).

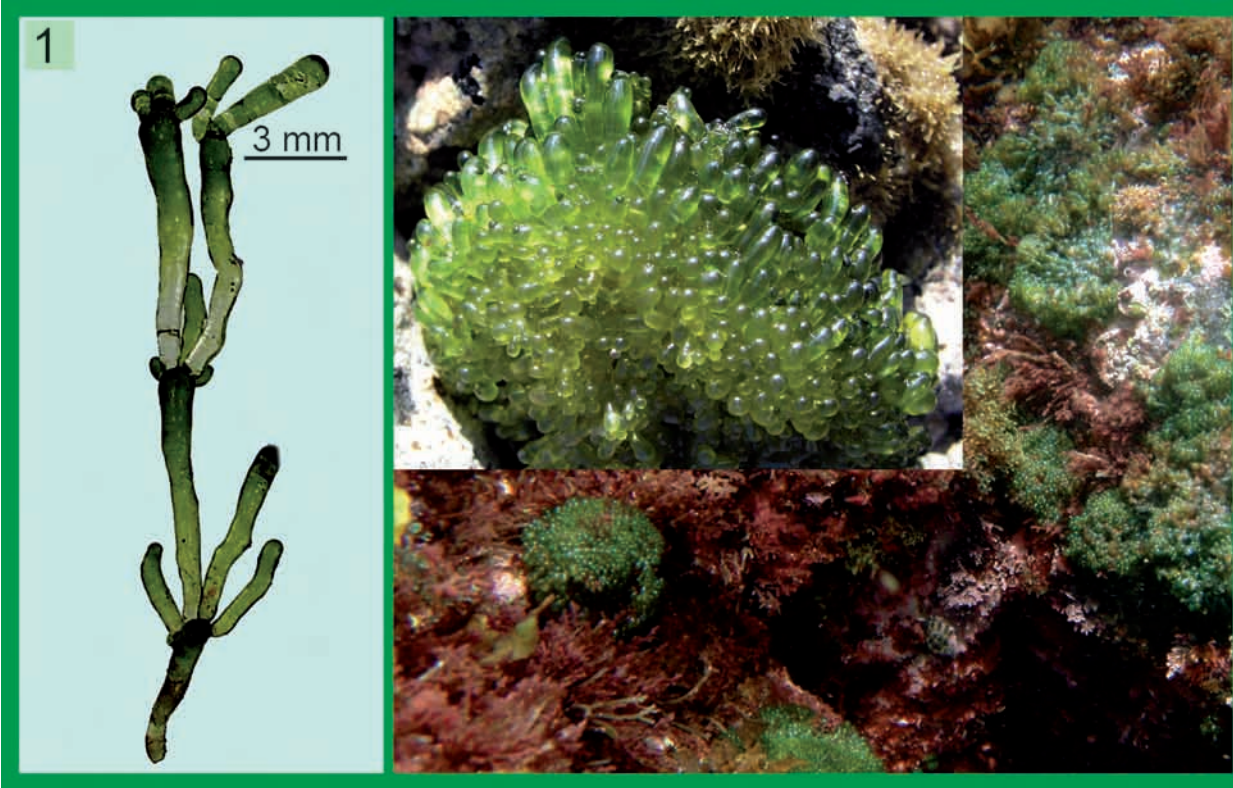
1. Часть "подушки". 2. Отдельная ветвь. 3. Литораль, на мертвых кораллах (о-в Окинава, Япония).

Thallus light yellowish-green to dark olive-green, composed of tightly packed, irregularly branched filaments forming hemispherical or dome-like cushions or mats (2–3 cm high). Filaments consist of large subcylindrical, straight or club-shaped cells (1.5–3 mm diam. and 0.5–2.0 cm long), short cells at sides and terminally on swollen mother cells and attaching to each other by disc-like hapteral extensions along cell walls. Growing in shallow sheltered and exposed to wave areas, attached to hard substrate or lying loose.


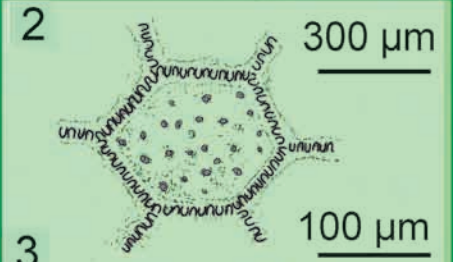


Distribution. Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Taiwan, Vietnam, Thailand, Indonesia, Malaysia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

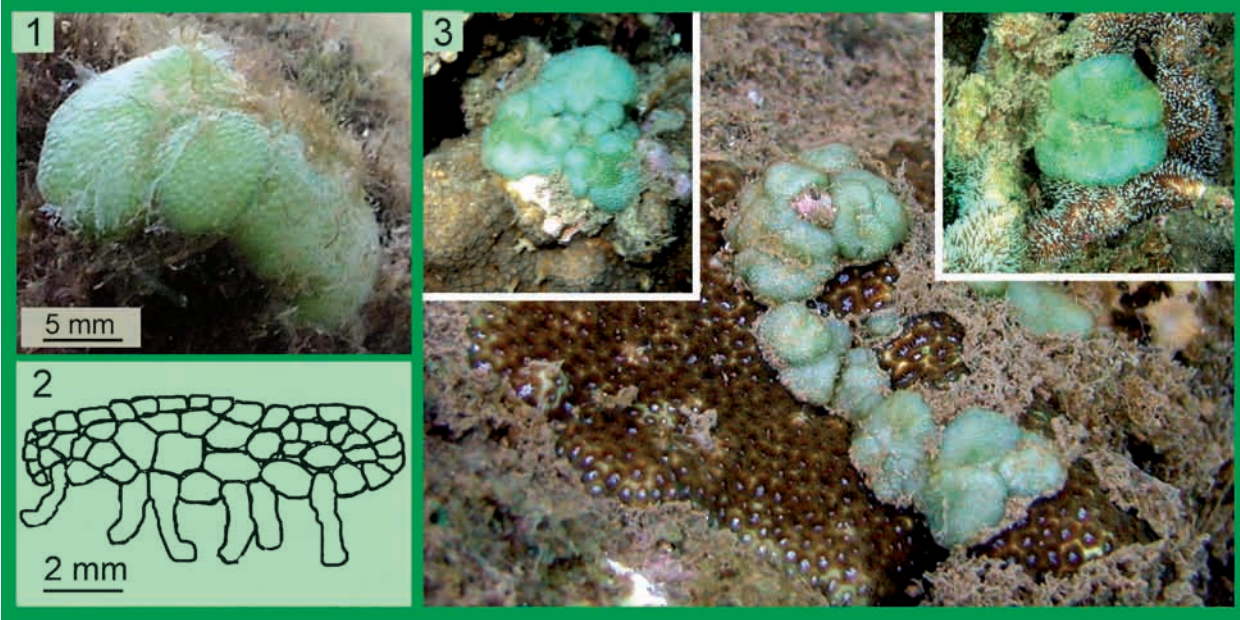
Слоевище от светлого желтовато-зеленого до темного оливково-зеленого цвета, состоящее из плотно упакованных беспорядочно разветвленных нитей, образующих полусферические или куполообразные "подушки" или маты (2–3 см выс.). Нити состоят из больших, почти цилиндрических, прямых или булавовидных клеток (1.5–3 мм в диам. и 0.5–2.0 см дл.), несущих короткие клетки по бокам и на раздвинутой верхушке материнской клетки и прикрепляющихся друг к другу дисковидными распротертыми прицепками, расположенными вдоль клеточных стенок. Растет на защищенном мелководье и в местах, подверженных волнению, на твердом грунте.

Распространение. Атлантический, Индийский и Тихий океаны.

<i>Valonia fastigiata</i> Harvey ex J. Agardh	Валония равновершинная
	
<p>1. Branching pattern. 2. Habit, low intertidal (Ba Lang An, Quang Ngai Province, Vietnam). Insert: Fragment.</p> <p>Thallus forming dense hemispherical or flattened cushions 2–3 cm high, 3–20 cm across, shiny, translucent, bright-green, deep dark-green to bluish-green (in the water), composed of tightly packed branched filaments of macroscopic cells. Cells cylindrical to clavate, straight, 2–3 (–4) mm diam, 0.5–1.7 cm long. Branching di- or polychotomous from the apices of bearing cells. Branches almost of the same length. Attachment by minute rhizoidal cells. Growing on hard substrate in lower intertidal to upper subtidal (to 10 m deep), in sheltered sites and exposed to moderate wave action. Sometimes, torn off cushions form congestions in littoral pools.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropics and subtropics of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Vietnam, Malaysia, Myanmar, Singapore, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1. Особенности ветвления. 2. Нижняя литораль (Ба Ланг Ан, провинция Куанг Нгай, Вьетнам). Вставка: фрагмент.</p> <p>Слоевище образует плотные полусферические, иногда сферические или сплюснутые “подушки” (2–3 см выс., 3–20 см в поперечнике). Талломы блестящие, просвечивающие, от ярко-зеленого или глубокого темно-зеленого до голубовато-зеленого (под водой) цвета, состоят из плотно упакованных разветвленных нитей, построенных из макроскопических клеток. Клетки цилиндрические, до булавовидных, прямые, 2–3 (–4) мм в диам., 0.5–1.7 мм дл. Ветвление ди-, полихотомическое, из верхушек несущих клеток. Ветви почти одинаковой длины, плотно прижаты друг к другу. Прикрепляется к грунту мелкими ризоидальными клетками. Растет на твердых субстратах в нижней литорали и в верхней сублиторали (до 10 м глуб.), в защищенных или с умеренным волнением местах. Иногда талломы, оторвавшиеся от грунта, образуют скопления в литоральных лужах.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Япония, Вьетнам, Малайзия, Мьянма, Сингапур.</p>

FAMILY SIPHONOCCLADACEAE

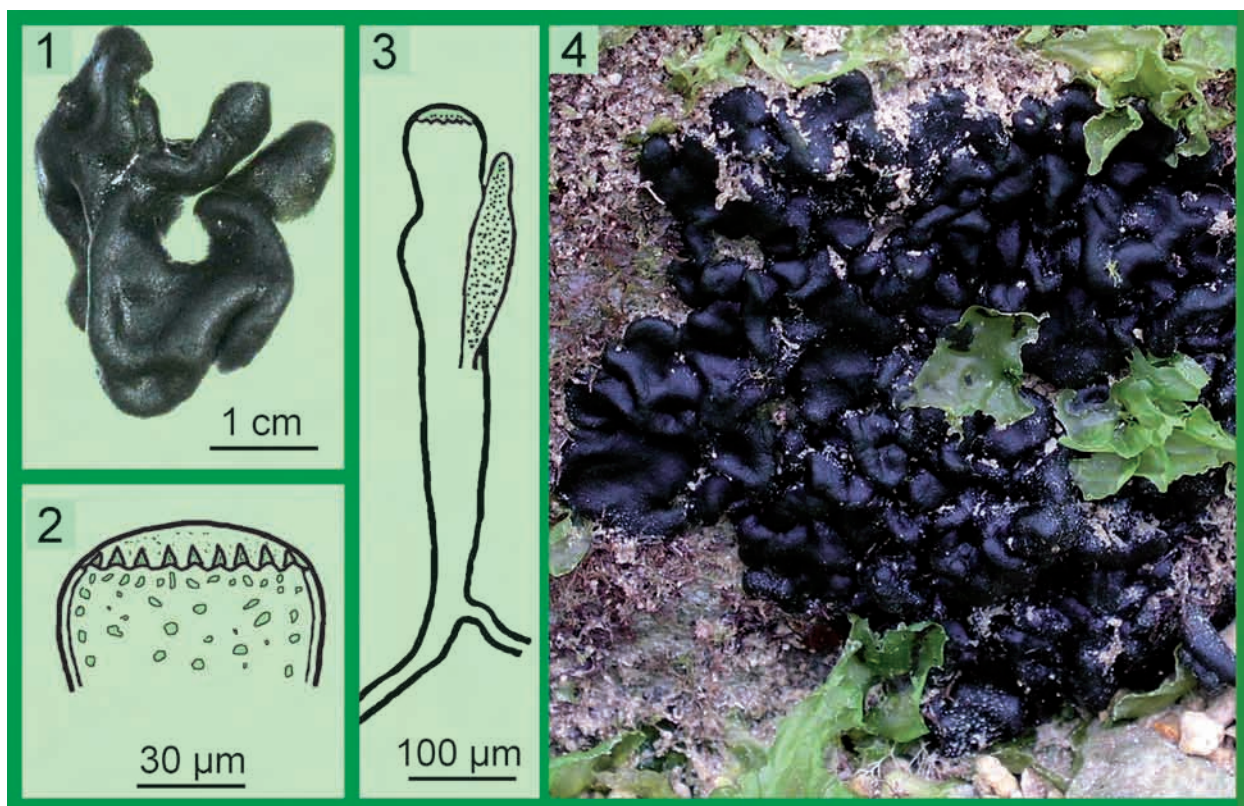
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forsskål) Børgesen	<i>Диктиосферия полостная</i>
<div><div>1</div><div>2</div><div>3</div></div> <div><p>1, 4. Habit, low intertidal (My Hoa, Ninh Thuan Province, Vietnam). 2. Surface view of cell with connecting hapteroid cells. 3. Surface view of hapteroid cells.</p><p>Thallus sessile, sack-like, rigid, solitary or gregarious, nearly spherical, to 12 cm diam light green to dark green, solid when young, becoming compressed, hollow, irregularly lobed and ruptured when old, consisting of one layer of cells. Cells in surface view polygonal, 0.6–1.0 (–3) mm diam., attach each other by numerous hapteroid (tenacular) cells. Hapteroid cells cylindrical, with fimbriate margins, 35–45 (–65) mm wide, 25–50 mm long arranged alternately opposite one another. Intracellular spines (trabeculae) present only at the base. Rhizoids basal, simple, or sometimes branched. Growing on rocks, stones, dead corals, epiphytic on large algae in the middle and low intertidal zone to subtidal (40 m deep).</p><p><i>Distribution.</i> Widespread in tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p></div>	<div><div>4</div></div> <div><p>1, 4. Внешний вид. Нижняя литораль (зал. Ми Хоа, Вьетнам). 2. Клетка с поверхности со связующими клетками-прицепками. 3. Клетки-прицепки.</p><p>Слоевище сидячее, мешковидное, жесткое, одиночное или скученное, почти сферическое, до 12 см в диам., от светло-зеленого до темно-зеленого цвета. Молодое слоевище плотное, становясь со временем сжатым, полым, беспорядочно лопастным, разорванным, построенным из одного слоя клеток. Клетки с поверхности полигональные, 0.6–1.0 (–3) мм в диам., плотно прикрепляются друг к другу многочисленными клетками-прицепками. Клетки-прицепки цилиндрические, с бахромчатыми краями, 35–45 (–65) мкм шир., 25–50 мкм дл., противоположно друг к другу поочередно расположенные. Внутриклеточные шипы (трабекулы) присутствуют только в базальных клетках. Ризоиды базальные, простые или разветвленные. Растет на скалах, камнях и мертвых кораллах на литорали и в сублиторали.</p><p><i>Распространение.</i> Всюду в тропических и субтропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p></div>

<i>Dictyosphaeria versluysii</i> Weber-van Bosse	Диктиосферия разноцветная
	
<p>1, 3. Habit (upper subtidal, Xom Bau, Nha Trang Bay, Vietnam). 2. Transverse section of thallus with basal rhizoids. 3. On damaged corals in the subtidal zone of Nhatrang Bay (Vietnam).</p>	<p>1, Внешний вид растения (верхняя сублитораль, зал. Нячанг, Вьетнам). 2. Поперечный срез таллома с ризоидами. 3. На поврежденных кораллах в сублиторали зал. Нячанг (Вьетнам).</p>
<p>Thallus sessile, solid, round-shaped when young, flattened and pad-like when mature, 1–5 cm diam., 1 cm high, solitary or in groups, grass-green or light bluish-green, consisting of bubble-like cells, 0.5–1 (–2) mm diam., polygonal in surface view, firmly attached to each other by microscopic hapteroid cells. Hapteroid cells usually branched, 40–60 (–80) mm diam., arranged irregularly. Inner cell-wall with needle-like outgrowths (trabeculae) projecting toward the cell center are simple or furcate, 7–15 (–25) mm diam., (40) –50–150 mm long. Rhizoids short and simple, about 1 mm diam. Growing on hard substrate in the middle, low intertidal and upper subtidal zones to 4 m deep, sometimes colonizing damaged massive corals, in sheltered and wave-exposed localities.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> In tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище сидячее, цельное (без полости), округлой формы, когда молодое; сплюсненное или подушковидное, когда взрослое, 1–5 см в диам., 1 см выс., одиночное или в группах, травянисто-зеленого или светлого голубовато-зеленого цвета, состоящее из пузырчатых (полигональных с поверхности) клеток 0.5–1 (–2) мм в диам., крепко прикрепленных друг к другу при помощи микроскопических клеток-прицепок. Клетки-прицепки обычно разветвленные, 40–60 (–80) мкм в диам., расположены беспорядочно. Внутренняя клеточная стенка с игловидными выростами (трабекулами), простыми или вильчатыми, выступающими к центру клетки, 7–15 (–25) мкм в диам, (40) –50–150 мкм дл. Ризоиды короткие, простые, около 1 мм в диам. Растет на твердых субстратах на литорали и в верхней сублиторали (до 4 м глубины), иногда колонизирует живые поврежденные (массивные) кораллы, в защищенных местах и подверженных волновому воздействию.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР.</p>

ORDER CODIALES
FAMILY CODIACEAE

Codium adhaerens C. Agardh

Кодиум прилегающий



1. Fragment. 2, 3. Sketchs of the upper portion of utricle and utricle with gametangium. 4. Middle intertidal pool (Sesoko Island, Okinawa, Japan).

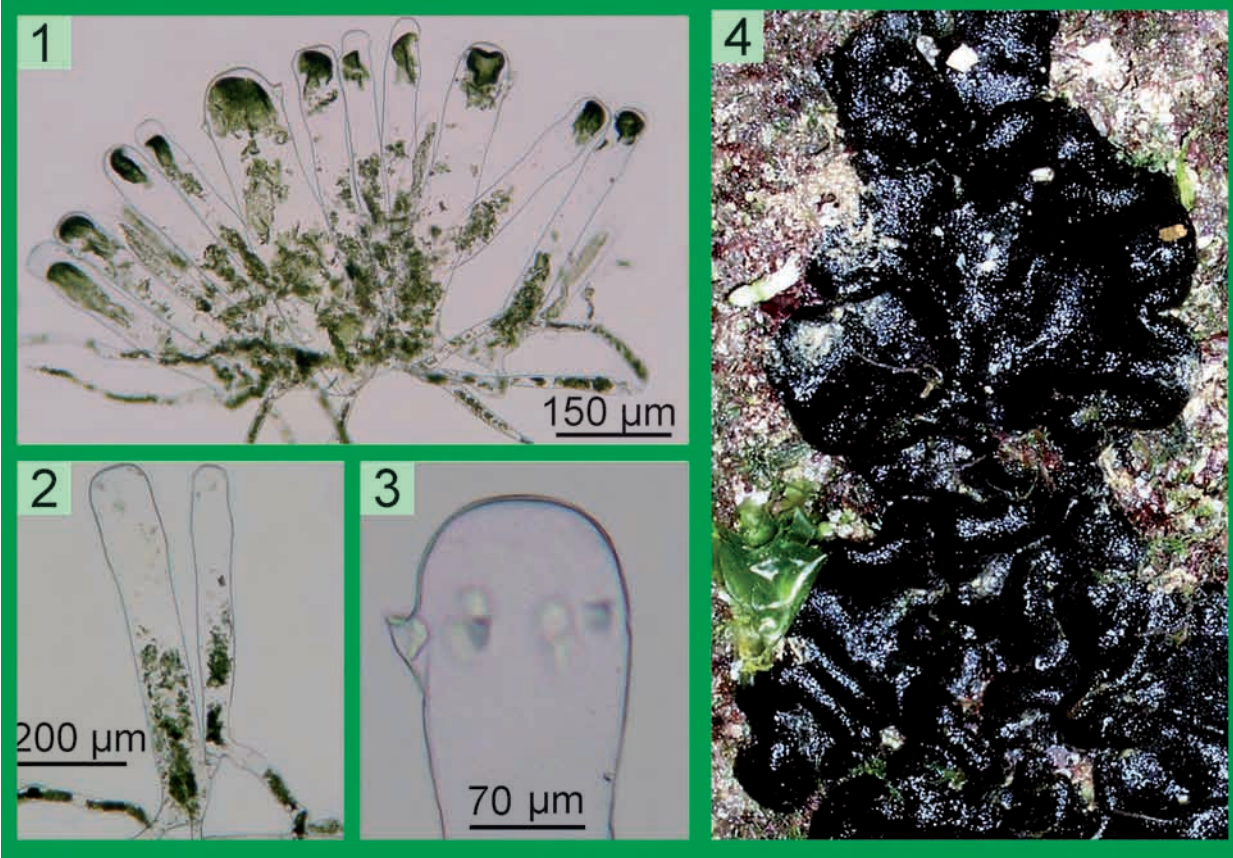
1. Фрагмент слоевища. 2, 3. Рисунок верхней части пузыря и пузыря с гаметангием. 4. Среднели-
торальная лужа (о-в Сесоко, Окинава, Япония).

Thallus spongy, smooth, lubricous, dark green to blackish, forming creeping, undulate (tightly adhering to the substratum) mats to 10 cm in diam. Utricles cylindrical, clavate, 70–140 (–250) mm diam., 500–700 mm long, slightly constricted below apex. Apex rounded or flattened. Apical wall thickened with longitudinal striations. Hair scars (basal portions of hairs) 80–100 mm below apex. Gametangia fusiform, 50–75 (–100) mm diam., 180–270 mm long, in the upper half of the utricle. Rhizoidal filaments 22–25 mm diam. Growing on hard substrate, often on vertical rocky walls, damaged corals, in the middle and low intertidal zone.

Distribution. Temperate to tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Vietnam, Australia and New Zealand, Antarctica.

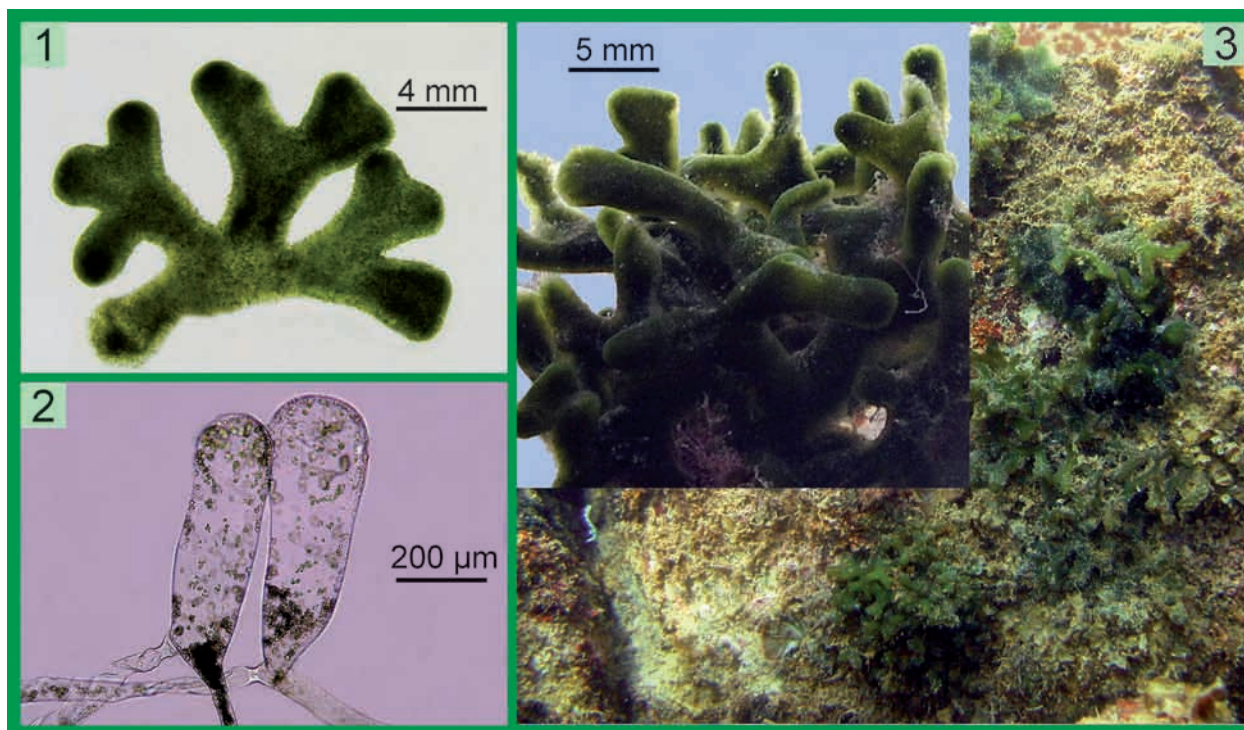
Слоевище губчатое, гладкое, скользкое, от темно-зеленого до почти черного цвета, образующее стелющиеся, волнистые (плотно прилегающие к субстрату) маты до 10 см в диам. Пузыри цилиндрические, булабовидные, 70–140 (–250) мкм в диам., 500–700 мкм дл., слегка сжаты верхней части. Вершины округлые или уплощенные. Клеточная стенка на апикальном конце утолщенная, с продольными бороздками. Следы от волосков (базальная часть волосков) присутствуют, в 80–100 мкм ниже вершины пузыря. Гаметангии веретеновидные, 50–75 (–100) мкм в диам., 180–270 мкм дл. в верхней половине пузыря. Растет на твердых субстратах, часто на вертикальных стенках скал, в средней и нижней литорали.

Распространение. От умеренных, до тропических вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

<i>Codium arabicum</i> Kützing	Кодиум арабский
	
<p>1, 2. Utricles. 3. Upper portion of utricle with hair scars. 4. Middle intertidal (Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1, 2. Пузыри. 3. Верхняя часть пузыря со следами опавших волосков. 4. Средняя литораль (зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus spongy, lubricous, leathery, contorted, prostrate, flattened or forming irregularly lobed mats or cushions, dark green to blackish green, 3×7 cm across. Utricles nearly cylindrical, club-shaped, slightly constricted below the apex, firmly connected and difficult to separate, 60–300 (–400) mm diam., (300) –650–800 (–1170) mm long. Apex broadly rounded or flattened. Apical wall very thin, indistinct, to 1.5 mm thick. Hair scars on older utricles, in band, 80–125 mm below the apex. Gametangia at sides of utricles, oval, 240–270 mm long, and to 110 mm diam. Rhizoids fine, 17–25 (–30) mm diam., very long, to 2 mm. Growing on stones, dead corals, tightly adhering to the substrate in middle and lower intertidal.</p> <p><i>Note.</i> The species is very similar to <i>Codium adhaerens</i>.</p> <p><i>Distribution.</i> Indian, Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Korea, Taiwan, Vietnam, Thailand, Malaysia, Singapore, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище губчатое, кожистое, скользкое, стелющееся, сплющенное или образующее беспорядочно лопастные маты, от темно-зеленого до почти черного цвета, 3×7 см в поперечнике. Пузыри цилиндрические, булавовидные, с легкой перетяжкой в верхней части, плотно соединенные и трудно отделяемые друг от друга, 60–300 (–400) мкм в диам., (300) –650–700 (–800) мкм дл. Вершины пузырей округлые или сплюснутые с очень тонкой неотчетливой клеточной стенкой, до 1.5 мкм толщ. Следы от волосков опоясывают пузырь в верхней части, в 80–125 мкм ниже вершины. Гаметангии по бокам пузырей, овальные, до 100 мкм в диам., 240–270 мкм дл. Ризоиды тонкие, 17–25 (–30) мкм в диам., очень длинные, до 2 мм. Растет в средней и нижней литорали на скалах, камнях, мертвых кораллах, плотно прилегая к субстрату.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Индийского и Тихого океанов.</p>

Codium geppiorum O.C. Schmidt

Кодиум Генна



1. Habit of young plant. 2. Utricles. 3. Upper subtidal (Xom Bau, Nhatrang Bay, Vietnam).

1. Внешний вид молодого растения. 2. Пузыри. 3. Верхняя литораль (Сом Бау, зал. Нячанг, Вьетнам).

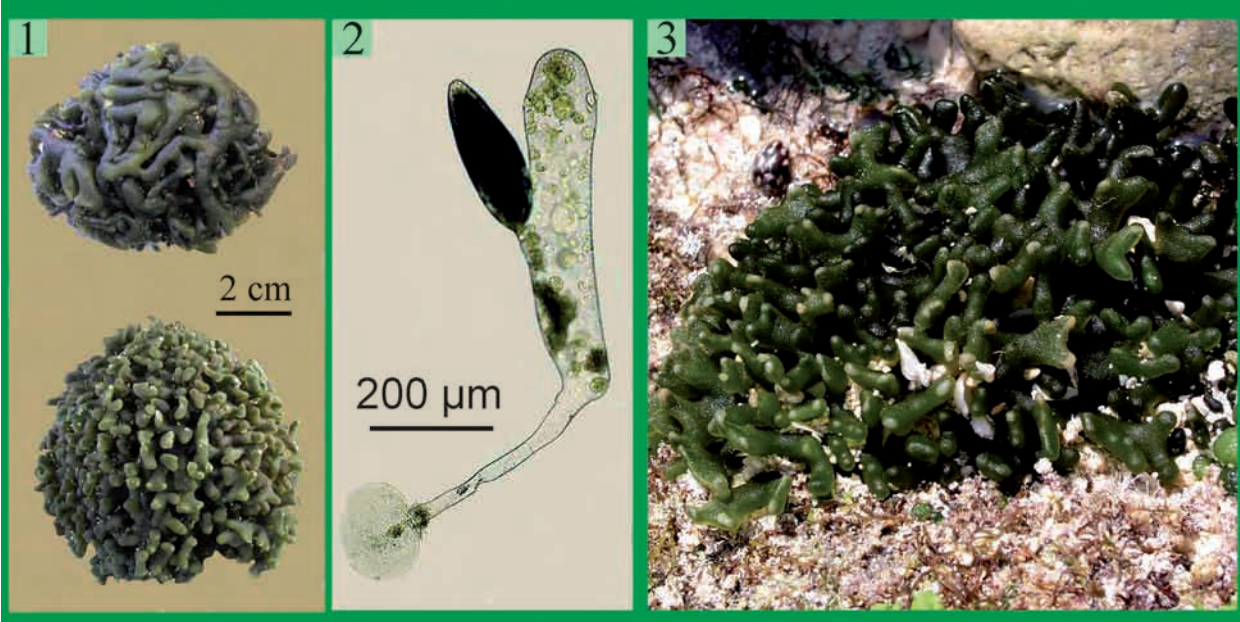
Thallus erect, partly decumbent, spongy, lubricous, dark green. Branching regularly dichotomous near the base, subdichotomous above, sometimes trichotomous, frequently anastomosing to adjacent branches. Branches cylindrical or slightly flattened, 3–5 mm wide, tapering towards apices to 1.5 mm. Utricles clavate, broadly obovate to pyriform, (100) –180–350 mm diam., (300) –550–700 mm long. Thinner utricles are also present among the broader ones. Apices broadly rounded to truncate. Apical wall to 4 mm thick. Two hairs or hair scars lateral on utricles, 20–100 mm below the apex. Gametangia elongate-ovoid tapering distally, borne at sides of utricles, near the mid-to lower part, to 120 mm diam. and to 300 mm long. Growing on dead corals and on other hard substrate, sometimes epiphytic on larger algae, in intertidal to shallow subtidal (to 2–3 m deep) of moderately wave exposed shores.

Note. The alga is used in folk medicine.

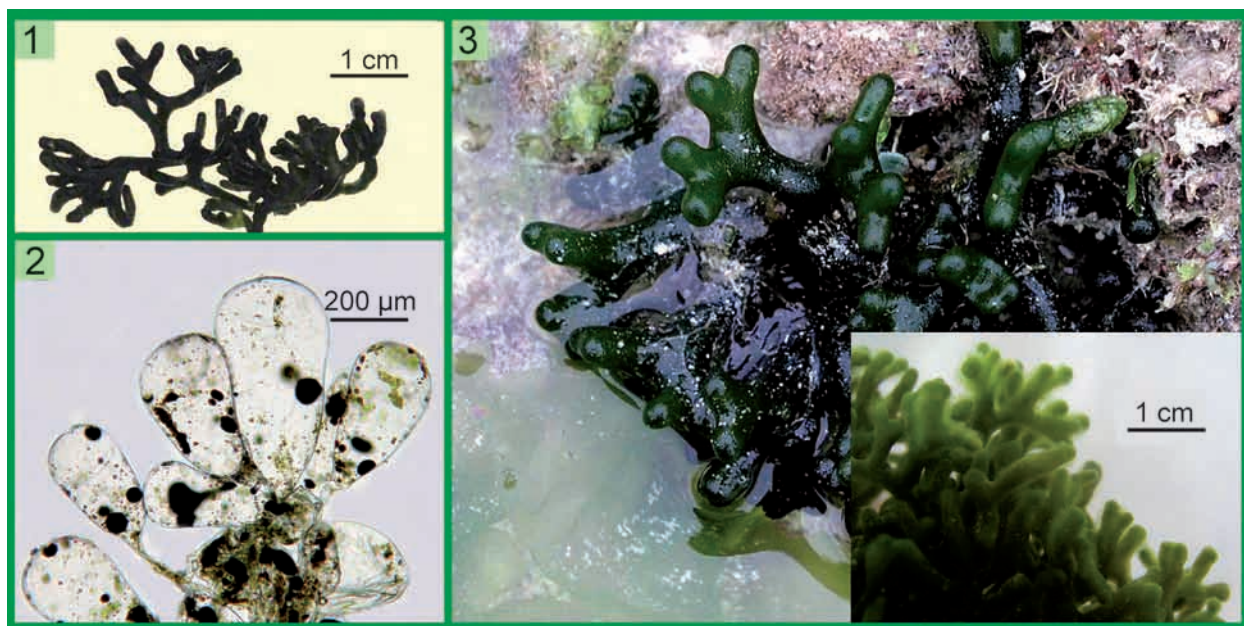
Distribution. Subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Malaysia, Singapore, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

Слоевище прямостоячее, частично стелющееся, губчатое, скользкое, темно-зеленого цвета. Ветвление правильное дихотомическое, иногда трихотомическое. Ветви цилиндрические или слегка сдавленные, 3–5 мм шир., сужающиеся к верхушкам, до 1.5 мм шир., часто анастомозирующие. Пузыри булабовидные, от широкообратнояйцевидных до грушевидных, (100) –180–350 мкм в диам., (300) –550–700 мкм дл. Вершины широко округлые, до усеченных. Клеточная стенка на апикальном конце до 4 мкм толщ. Два волоска или следы от волосков располагаются по бокам пузырей, в 20–100 мкм от вершины. Гаметангии удлинено-яйцевидные, сужающиеся к вершине, до 120 мкм в диам. и до 300 мкм дл., образуются по бокам пузырей, в их нижней части. Растет на мертвых кораллах и других твердых субстратах, иногда эпифитно на более крупных водорослях, в средней, нижней литорали и в верхней сублиторали (до 2–3 м глуб.) на побережьях с умеренным волнением.

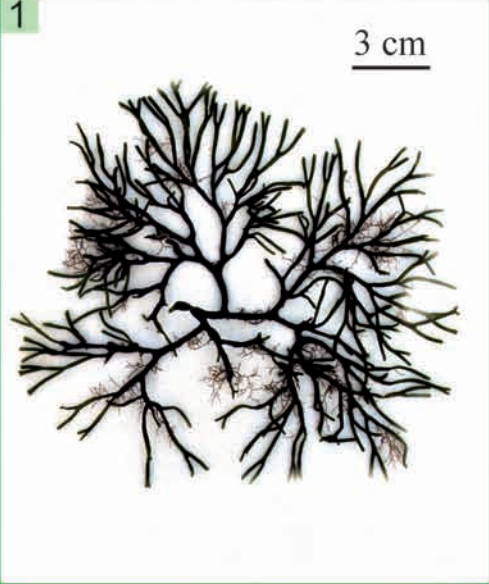
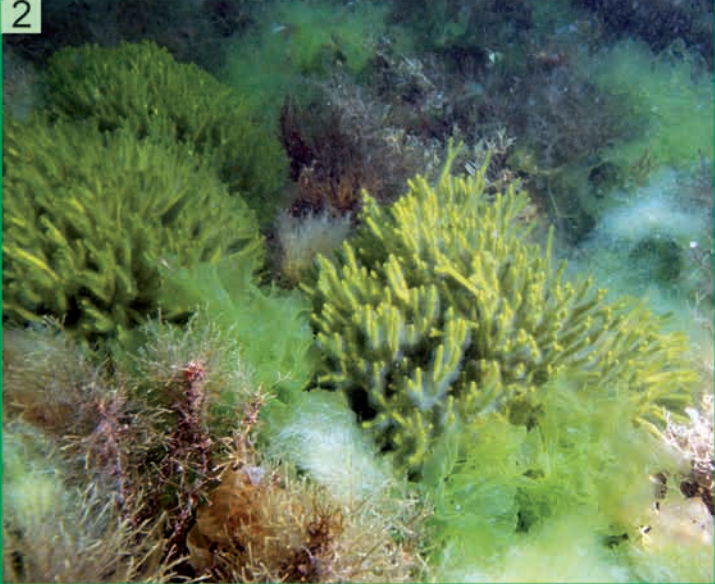
Распространение. В субтропических и тропических водах Индийского и Тихого океанов.

<i>Codium intricatum</i> Okamura	Кодиум перепутанный
	
<p>1. Habit (cast ashore). 2. Utricle with gametangium. 3. Low intertidal (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Внешний вид (выбросы). 2. Пузырь с гаметангием. 3. Нижняя литораль (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus spongy, creeping, erect, dark green to dull green, often entwined forming hemispherical, spherical masses of densely fusing branches, 4.5–9 cm high, 8.5–15 (–27) cm across. Branching irregular, subdichotomous, cervicorn (dichotomous with one arm of the dichotomy suppressed) below. Branches firm, cylindrical, slightly compressed, 3–5 mm wide in upper branches, 5–11 (–20) mm wide below, entwined together into a clump. Utricles club-shaped, cylindrical, (90) –150–300 (–350) mm diam., 540–1000 mm long. Apices rounded. Apical wall 5 mm thick. Hairs or hair scars present, 1–2 per utricle, 22–25 (–35) mm diam., 200–370 (–500) mm long; 50–100 mm below apex. Gametangia 1–2 per utricle, oval (tapering to both ends) (60) –80–110 (–150) mm diam., 290–320 (–360) mm long, borne 250–350 mm below apex; stalked, 12.5 mm diam., 15 mm long. Growing on lower intertidal and upper subtidal hard substrate of semiprotected and open shores.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Pacific Ocean. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, Taiwan, Philippines, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище губчатое, стелющееся, прямостоячее, от темно-зеленого до тускло-зеленого цвета, часто полусферической или сферической формы, образованной сросшимися ветвями, 4.5–9 см выс., 8.5–15 (–27) см в поперечнике. Ветвление неправильное, субдихотомическое, дихотомическое (одна из ветвей дихотомии короче другой). Ветви плотные, цилиндрические, слегка сжатые, 3–5 мм шир. в верхних ветвях, 5–11 (–20) см шир. в нижних. Пузыри булавовидные, цилиндрические, (90) –150–300 (–350) мкм в диам, 540–1000 мкм дл. Вершины округлые. Клеточная стенка на вершине пузыря 5 мкм толщ. Волоски (или следы от волосков) по 1–2 сбоку пузыря, 22–25 (–35) мкм в диам., 200–370 (–500) мкм дл. расположены на расстоянии 50–100 мкм ниже вершины. Гаметангии овальной формы (сужающиеся на обоих концах), по 1–2 на пузыре, (60) –80–110 (–150) мкм в диам., 290–320 (–360) мкм дл., на ножке 12.5 мкм в диам., 15 мкм дл., расположены на расстоянии 250–350 мкм ниже вершины пузыря. Растет в нижней литорали и верхней сублиторали полузащищенных и открытых побережий.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Тихого океана.</p>

<i>Codium repens</i> P.L. Crouan & H.M. Crouan	Кодиум ползучий
---	------------------------

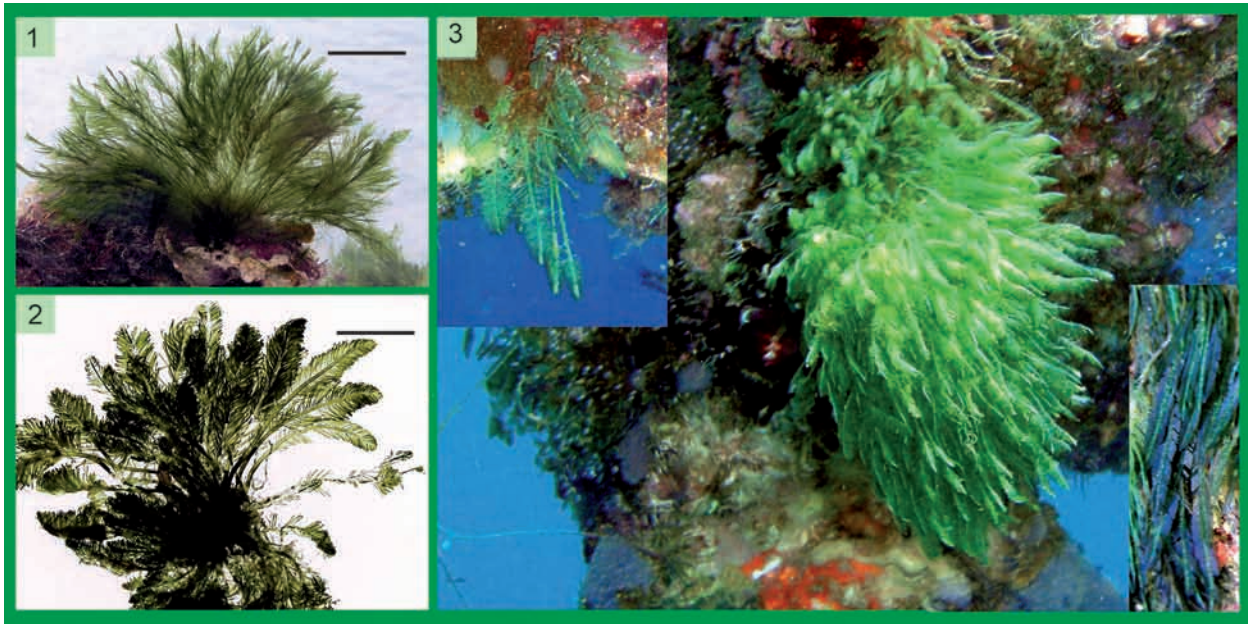


<p>1. Habit. 2. Utricles. 3. Low intertidal rocks (Cape Ba Lang An, Quang Ngai Province, Vietnam). Insert: fragment of thallus.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Пузыри. 3. На скалах в нижней литорали (Мыс Ба Ланг Ан, провинция Куанг Нгай, Вьетнам). Вставка: фрагмент слоевища.</p>
<p>Thallus spongy, gregarious, prostrate, forming extensive mats to 20 cm in diam., to 5 cm in height, dull green to dark green. Branching dichotomous to irregular. Branches cylindrical or slightly flattened, 2–3 (–4) mm wide often fusing together. Utricles cylindrical, club-shape, (60) –100–300 (–330) µm diam., 580–800 µm long. Apices rounded, slightly flattened. Apical wall thickened to 15 mm. Hairs or hair scars common, 1 (–2) per utricle, (80) –100–120 mm below the apex. Gametangia oval, spindle-like, 50–100 (–105) mm diam., 240–300 (–340) mm long, stalked (to 30 mm long), borne below apex (250) –300 (–340) mm, one per utricle. Growing on middle to lower intertidal hard substrates, dead corals, to 2–5 m deep.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine (antimicrobial, antifungal).</p> <p><i>Distribution.</i> Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: China, Korea, Vietnam, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище губчатое, скученное, стелющееся, образует маты до 20 см в диам. и до 5 см выс., от тускло-зеленого до темно-зеленого цвета. Ветвление от дихотомического, до неправильного. Ветви цилиндрические или слегка уплощенные, 2–3 (–4) мм шир., часто сливающиеся друг с другом. Пузыри цилиндрические, булавовидные, (60) –100–300 (–330) мкм в диам, 580–800 мкм дл. Вершины округлые, слегка приплюснутые. Клеточная стенка апикальной части пузыря до 15 мкм толщ. Волоски или следы от волосков обычны, по 1 (–2) на пузыре, располагаются на расстоянии (80) –100–120 мкм ниже вершины. Гаметангии по 1 на пузыре, от овальной до веретеновидной формы, 50–100 (–105) мкм в диам., 240–300 (–340) мкм дл., развиваются на расстоянии (250) –300 (–340) мкм ниже вершины пузыря. Растет в нижней литорали и верхней сублиторали (2–5 м глуб.) на твердых субстратах, мертвых кораллах.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычен в странах АТР: Китае, Корее, Вьетнаме, на Тихоокеанских островах.</p>

<i>Codium yezoense</i> (Tokida) Vinogradova	Кодиум йезоенский
<p>1 3 cm</p> 	<p>2</p> 
<p>1. Habit. 2. Upper subtidal (Peter the Great Bay, Sea of Japan, Russia). Photo kindly presented by M.V. Sukhoveeva.</p> <p>Thallus spongy, bushy, solitary or in groups, erect, to 30 cm high, dark green. Branching dichotomous, occasionally with lateral branchlets; with acute angles of branching. Branches cylindrical throughout, 4–5 (–8) mm, ultimate branches tapering to 2 mm wide. Utricles cylindrical, club-shape, narrow at basal portion, 75–100 (–130) μm diam., 400–650 μm long; in the upper portion – widely cylindrical, 200–320 μm diam., 450–800 (–1200) μm long. Apices widely rounded, to conical. Utricle wall very thick, lamellate at apex, 40–100 μm. Hairs or hair scars common, 2–4 per utricle, 100–130 μm below apex. Gametangia ovate, spindle-like, 90–140 μm diam., 170–250 μm long, borne 400 μm below apex, 1–4 per utricle. Attachment by disc-like holdfast. Growing on rocky, muddy, muddy-sandy bottom with stones and old shells, in low intertidal, upper subtidal, to 20 m deep.</p> <p><i>Note.</i> Antibacterial activity.</p> <p><i>Distribution.</i> Sea of Japan (Peter the Great Bay, Sakhalin Island, Kurile Islands).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Верхняя сублитораль (Японское море, Россия). Фото предоставлено М.В. Суховеевой.</p> <p>Слоевище губчатое, кустистое, одиночное или в группах, до 30 см выс., темно-зеленого цвета. Ветвление дихотомическое, со случайными боковыми веточками и с острыми углами ветвления. Ветви цилиндрические по всему слоевищу, 4–5 (–8) мм шир., конечные веточки сужаются до 2 мм в диам. Пузыри цилиндрические, булабовидные, узкие в основании слоевища, 75–100 (–130) мкм в диам, 400–650 мкм дл.; в верхней части – широкоцилиндрические, 200–320 мкм в диам., 450–800 (–1200) мкм дл. Вершины пузырей от широкоокруглых до конических. Клеточная стенка апикальной части пузыря толстая (40–100 мкм), слоистая. Волоски или следы от волосков по 2–4 на пузыре, расположены на расстоянии 100–130 мкм ниже вершины. Гаметангии овальной или веретеновидной формы, по 1–4 на пузыре, 90–140 мкм в диам., 170–250 мкм дл., на расстоянии 400 мкм ниже вершины пузыря. Подошва дисковидная. Растет на скальном, илистом, илисто-песчаном с камнями и ракушкой грунте, на мелководье до глубины 20 м.</p> <p><i>Распространение.</i> Японское море, обычен в России (зал. Петра Великого, о-в Сахалин, Курильские острова).</p>

ORDER BRYOPSIDALES
FAMILY BRYOPSIDACEAE

<i>Bryopsis pennata</i> J.V.Lamouroux	<i>Брионсис перистый</i>
---------------------------------------	--------------------------



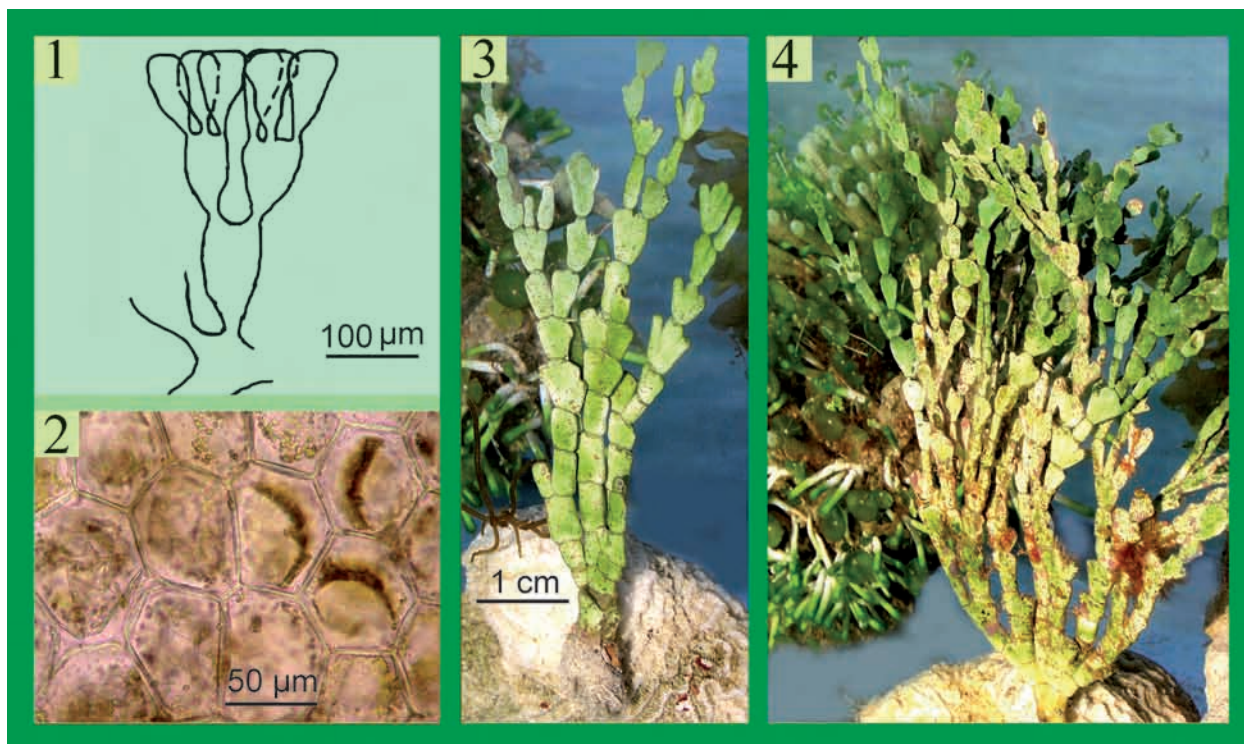
<p>1, 2. Habit (Sesoko Island). 3. Natural habitat, plants overgrowing constructions of lobster farm (Hon Mot, Nhatrang Bay, Vietnam). Inserts: habit of plants.</p>	<p>1, 2. Внешний вид (о-в Сесоко, Окинава, Япония). 3. Растения, обрастающие конструкции омаровой фермы (о-в Мот, зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus filamentous, soft, bushy, in loose feathery clumps or turf-like mats, 1–3 (–10) cm high, green, dark green, often with light blue iridescence, sparingly branched. Main axes, 200–360 (–450) mm diam., bearing branches and branchlets (pinnulae). Pinnulae linear-lanceolate or oblong, (40) –45–110 (–150) mm diam., of almost the same length from 600 to 800 mm., constricted at the base, branching in one plane, on opposite sides of branches (distichous) or on one side of branches (unilateral) in a single or double rows in the upper half of the branches. Lower parts of the branches are naked. Rhizoids fibrous, interwoven. Growing on lower intertidal, upper subtidal (to 20 m deep) carbonate rocks, on dead coral fragments, on shaded sides of rocks, in crevices, or epiphytic on large seaweeds, in moderately exposed to wave action shores.</p> <p><i>Distribution.</i> In tropical and subtropical seas of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Vietnam, Philippines, Malaysia, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище нитчатое, мягкое, кустистое, в свободных перистых пучках или в торфовидных дернинах, 1–3 (–10) см выс., зеленого, темно-зеленого цвета, часто со светло-голубой переливчатостью, скудно разветвлены. Главные побеги 200–360 (–450) мм в диам., несут ветви и веточки (пиннулы). Пиннулы линейно-ланцетовидные или удлиненные, (40) –45–110 (–150) мм в диам., почти одинаковой длины, от 600 до 800 мм, перетянуты в основании, расположены в одной плоскости, двухрядное ветвление или одностороннее (с одним рядом или двумя рядами пиннул) в верхней половине растения. Нижняя часть ветвей оголенная. Ризоиды волокнистые, переплетенные. Растет на карбонатных скалах, мертвых кораллах, на затененных склонах скал, в трещинах или эпифитно на водорослях, в нижней литорали, в верхней сублиторали (до 20 м глуб.), на побережьях с умеренным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> Атлантический, Индийский и Тихий океаны.</p>

FAMILY HALIMEDACEAE

<i>Halimeda discoidea</i> Decaisne	Халимеда дисковидная
	
<p>1, 4. Habit (Nhatrang Bay, Vietnam). 2. Longitudinal section of segment. 3. Surface view of utricles (after decalcification).</p>	<p>1, 4. Внешний вид. 2. Продольный срез сегмента. 3. Пузыри сверху (после декальцификации).</p>
<p>Thallus compact, or forming loose cushion-like clumps, erect, 5–15 (–20) cm high, bright green, grayish-green or whitish. Branching sparingly di-trichotomous, in one plane. Segments soft, slightly calcified, flat, discoid, reniform, sometimes broadly cuneiform, 1–3.2 (–4) cm wide, 1–2.0 cm long, 0.3–1.2 mm thick, slightly decreasing from the base to upper portions. The outer margins of the segments entire, undulating, sometimes cleft. The basal 1–2 segments subterete, or stipe-like. Utricles in surface view polygonal, 42–50×30–40 µm. In longitudinal section utricles consisting of 2–3 layers, the surface utricles 45–50 µm in diam., 50–80 µm long. Subsurface utricles large, 90–110 µm diam., 125–150 µm long, supporting 4–8 (–10) surface utricles. Attachment by small holdfast, consisting of rhizoidal mass tightly attaching to dead corals covered with sand in low intertidal, upper subtidal to a depth of 50 m.</p> <p><i>Note.</i> Thallus papyraceous in texture and adhere to paper when dried. The surface utricles remain firmly attached after decalcification.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище компактное или образующее свободные пучки, прямостоячее, 5–15 (–20) см выс., ярко-, серовато-зеленого или беловатого цвета. Ветвление скудное, в одной плоскости, ди-, трихотомическое. Сегменты мягкие, слегка кальцинированные, плоские, дисковидные, почковидные, иногда широко-клиновидные, 1–3.2 (–4) см шир., 1–2 см выс., 0.3–1.2 мм толщ., слегка уменьшающиеся от основания к верху. Края сегментов цельные, волнистые, иногда расщепленные. Базальные (1–2) сегменты почти цилиндрические. Пузыри с поверхности полигональные, 42–50×30–40 мкм. На продольном срезе пузыри состоят из 2–3 слоев; поверхностные пузыри 45–50 мкм в диам., 50–80 мкм дл.; субповерхностные 90–110 мкм в диам., 125–150 мкм дл., несут по 4–8 (–10) поверхностных пузырей. Подошва маленькая. Растет на мертвых кораллах в нижней литорали, верхней сублиторали.</p> <p><i>Примечание.</i> Растение пристаёт к бумаге при сушке. Поверхностные пузыри не разъединяются после декальцификации.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

Halimeda incrassata (J. Ellis) J.V. Lamouroux

Халимеда утолщенная



1. Longitudinal section of segment. 2. Cells from above. 3, 4. Habit (in aquarium), Okinawa Island, Japan.

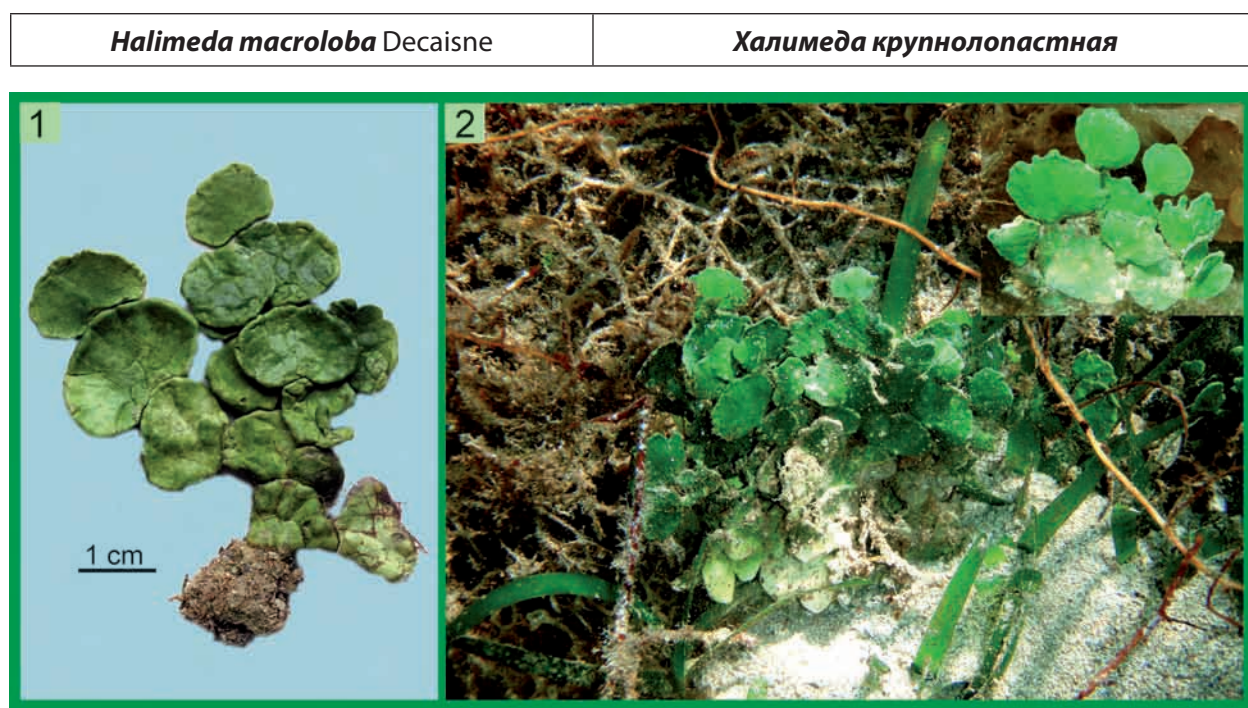
Thallus bushy, erect, to 20–25 cm high, light green to dark green, initially branching in one plane, polychotomous at the basal part, di-trichotomous above. Segments calcified more heavily at basal portion and moderately in the upper. Basal segments laterally fused in twos, subcylindrical, compressed, oval; above segments trilobate to cuneiform, sometimes ribbed, 2–10 mm wide, 6–10 mm long, 0.5–7.0 mm thick. Margins entire, undulating, deeply cleft. In longitudinal section of segment, utricles mainly obpyramidal, in 3–5 layers: surface utricles 50–60 mm diam., 70–100 mm long; subsurface utricles 40–75 mm diam., 65–100 (–125) mm long, each bears 2–4 surface utricles. Holdfast cylindrical composed of thin, branched rhizoids, binding sand particles, dead shells, to 6 cm long. Abundant on sandy bottom among seagrass meadows (1–2 m to 15–30 m deep).

Distribution. Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

1. Продольный срез сегмента. 2. Клетки сверху. 3. Внешний вид (в аквариуме), о-в Окинава, Япония.

Слоевище кустистое, прямостоячее, до 20–25 см выс., от светло-зеленого до темно-зеленого цвета; изначально ветвящееся в одной плоскости, полихотомическое в основании, ди-, трихотомическое выше. Сегменты кальцинированные. Базальные сегменты (сросшиеся по бокам по два) субцилиндрические, сдавленные, овальные, выше – трехлопастные, клиновидные, 2–10 мм шир., 6–10 мм дл., 0.5–7.0 мм толщ. Края цельные, волнистые, расщепленные. На срезе пузыри обратно-пирамидальной формы, образуют 3–5 слоев: поверхностные пузыри 50–60 мкм в диам, 70–100 мкм дл.; субповерхностные пузыри 40–75 мкм в диам., 65–100 (–125) мкм дл., каждый несет 2–4 поверхностных пузыря. Ризоиды тонкие, разветвленные, переплетены с частичками песка, ракуши, образуя цилиндрический орган прикрепления (до 6 см дл.). Растет на песчаном грунте, в ассоциации с морскими травами, на глубине 1–2 м, до 15–30 м.

Распространение. Тропические и субтропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.



<p>1. Habit. 2. Low intertidal (Con Dao Islands, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Нижняя литораль (острова Кон Дао, Вьетнам).</p>
<p>Thallus fan-shaped in outline, erect, solitary, 5–15 (–20) cm high, glossy, bright green, whitish-green. Branching in one plane, di-, trichotomous. Branch segments large, 2.2–2.9 (–4) cm wide, 2.2–3 cm long, 0.7–1.2 (–3) mm thick, flat, disc-like, reniform, to wedge-shaped, moderately calcified, without ribs. Upper margins of the segments thickened, entire, undulate or irregularly lobed. The basal segments laterally fused forming compressed to fan-shaped base giving rise to two or more branches. Each segment gives rise to one-two branches. Joints flexible, not calcified. Utricles in surface view polygonal, 30–60 mm broad. In longitudinal section utricles consisting of 3 (–4–5) layers: the surface utricles 30–37 (–60) mm diam., 75–130 (–150) mm long; subsurface utricles 55–75 mm diam., 75–112 mm long, bearing 2–4 surface utricles. The surface utricles easily separate after decalcification. Attachment by bulb-like holdfast (to 4.5–5 cm long) consisting of fibrous rhizoids binding sand and finer sediments. Growing on sandy and muddy bottom in shallow waters commonly associating with seagrasses.</p> <p><i>Distribution.</i> Tropical and subtropical waters of Atlantic, Indian and Pacific.</p>	<p>Слоевище веерообразное, прямостоячее, одиночное, 5–15 (–20) см выс., блестящее, ярко-зеленого, беловато-зеленого цвета. Ветвление в одной плоскости, ди-, трихотомическое. Сегменты большие, 2.2–2.9 (–4) см шир., 2.2–3 см дл., 0.7–1.2 (–3) мм толщ., плоские, дисковидные, от почковидных до клиновидных, умеренно кальцинированные, без ребер. Верхние края сегментов утолщенные, цельные, волнистые или неправильно лопастные. Базальная часть веерообразная (из сросшихся по бокам сегментов), несущая 2, 3 ветви. Сочленения гибкие, некальцинированные. Пузыри с поверхности полигональные. На продольном срезе сегмента пузыри образуют 3 (–4–5) слоев: поверхностные – 30–37 (–60) мкм в диам., 75–130 (–150) мкм дл.; субповерхностные – 55–75 мкм в диам., 75–112 мкм дл. (последние несут 2–4 поверхностных пузыря, легко разделяющихся после декальцификации). Ризоиды волокнистые, переплетены с частичками песка, образуя луковичевидный орган прикрепления (4.5–5 см дл.). Растет на песчаном и илистом грунтах, обычно в ассоциации с морскими травами.</p> <p><i>Распространение.</i> Тропические и субтропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p>

Halimeda macrophysa Askenasy

Халимеда крупнопузырная



Habitat, middle intertidal (Sesoko Island, Okinawa, Japan).

В средней литоральной зоне (о-в Сесоко, Окинава, Япония).

Thallus compact, erect, to 6 cm high. Basal segment small, subcylindrical or cuneiform, bearing fan-shaped or reniform segment, giving rise to 2 or 3 branches. The branches consist of series of segments. The branch segments moderately calcified, reniform, subreniform, 5–15 mm high, 10–22 mm wide, with thick upper margins. The upper segments dark green. Segments in the lower portion of thallus yellowish, pale greenish (because of hidden in holes and crevices and do not exposed to the sun). Utricles in surface view polygonal, large, (100)–110×180 (–190) μm. Growing on carbonate base of coral reef (in crevices, holes from which only upper portions of thallus are seen), tightly adhering by small discoid holdfast to the substratum, in the middle and low intertidal pools.

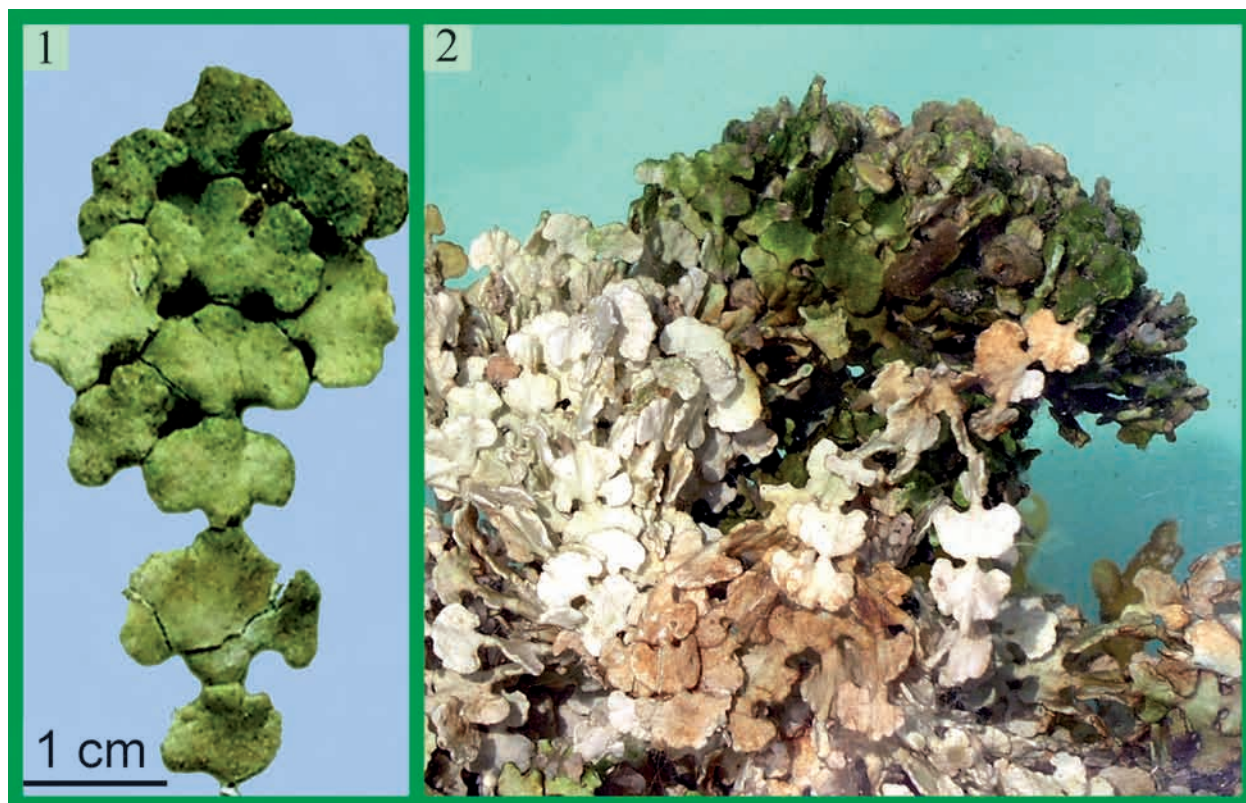
Note. The alga is used in folk medicine.

Distribution. Indian and Pacific Oceans.

Common in the Asian-Pacific countries: Japan, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

Слоевище компактное, прямостоячее, до 6 см выс. Базальный сегмент маленький, цилиндрический или клиновидный, несущий веерообразный или почковидный сегмент, дающий рост 2 или 3 ветвям. Ветви состоят из серии сегментов. Сегменты умеренно кальцинированы, почковидные или почти почковидные, 5–15 мм выс., 10–22 мм шир., с толстыми верхними краями. Верхние сегменты темно-зеленого цвета. Сегменты в нижней части слоевища желтоватого, бледно-зеленоватого цвета, спрятаны в норках и трещинах скал. Пузыри с поверхности полигональные, крупные – (100)–110×180 (–190) мкм. Растет на коралловых рифах (в щелях и углублениях), крепко прикрепляется к субстрату маленькой дисковидной подошвой. Обычна в средней и нижней литорали.

Распространение. Индийский и Тихий океаны.

Halimeda opuntia (Linnaeus) J.V. Lamouroux**Халимеда Опунта**

1. Fragment. Plant in aquarium, My Hoa, Vietnam.

Thallus forming loose clumps or extensive colonies, 40–50 (–100) cm in diameter, to 25 cm high; dark green, whitish yellow-green. Branching irregular, in all planes or at right angle with each other. Segments heavily calcified, flat to contorted, ribbed, transversely oval, ear-shaped, trilobate, 6–17 mm wide, 5–10 mm long, 0.3–0.5 (–1.2) mm thick. Joints flexible. The outermost utricles polygonal in surface view, angular or slightly rounded. In longitudinal section of segment cortex composed of 3–4 (–5) layers of utricles. Surface utricles (12) –25–30 (–60) mm diam., 30–60 mm long. Subsurface utricles (11) –30–50 mm diam., (30) –40–55 mm long, each bearing 3–4 (–5) surface utricles. Attachment by fibrous holdfast to 3 cm diam. and by secondary rhizoids developing from any segment touch to the substratum. On coral reef, dead corals, covered with sand, in shallow lagoons, intertidal to subtidal (to 25 m deep) in sheltered and moderately wave-exposed shores.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

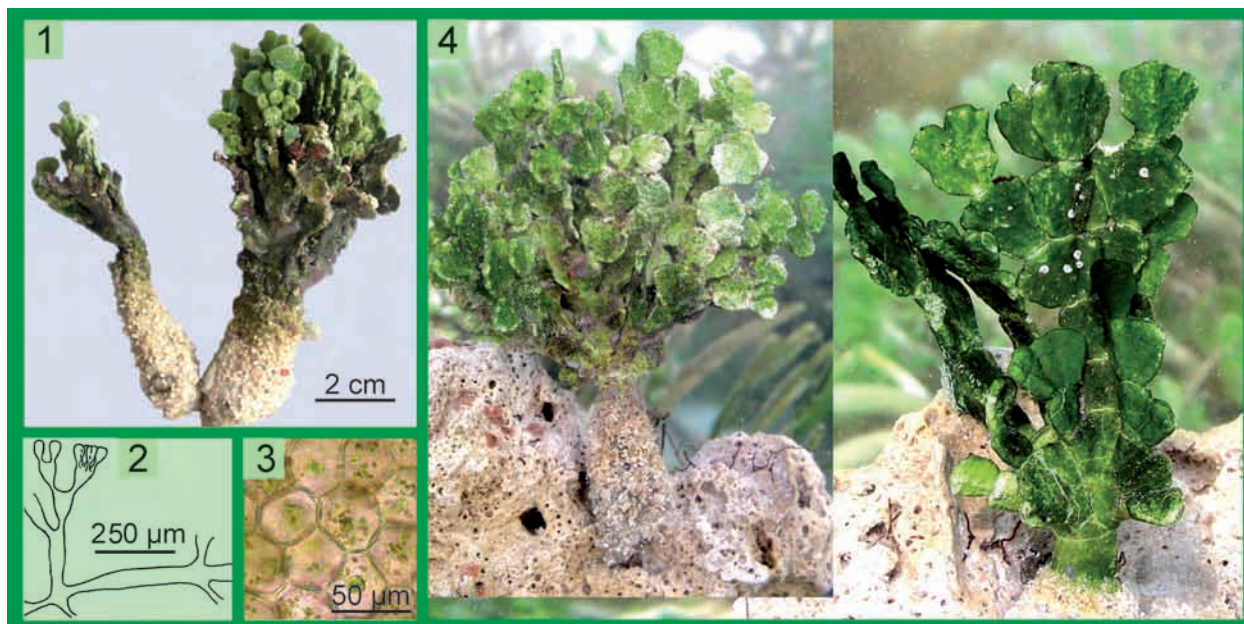
1. Фрагмент. 2. Растение (в аквариуме), зал. Ми Хоа, Вьетнам.

Слоевище в пучках или образует колонии 40–50 (–100) см в диам., до 25 см выс., от темно- до беловато-желто-зеленого цвета. Ветвление беспорядочное, во всех направлениях или под прямым углом сегментов друг к другу. Сегменты сильно кальцинированы, плоские или искривленные, ребристые, ушковидные, трехлопастные, 6–17 мм шир., 5–10 мм дл., 0.3–0.5 (–1.2) мм толщ. Сочленения гибкие. Пузыри с поверхности полигональные или слегка округлые. На продольном срезе сегмента кора образована 3–4 (–5) слоями пузырей. Поверхностные пузыри (12) –25–30 (–60) мкм в диам., 30–60 мкм дл. Субповерхностные – (11) –30–50 мкм в диам., (30) –40–55 мкм дл., несущие 3–5 поверхностных пузырей. Прикрепляется волокнистой подошвой и вспомогательными ризоидами, развивающимися из любого сегмента, касающегося субстрата. Растет на твердом субстрате, на литорали и в сублиторали (до 25 м глуб.), в защищенных, полузащищенных побережьях.

Распространение. Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

Halimeda simulans M.A. Howe

Халимеда притворная



1, 4. Habit (in aquarium). 2. Medullary filament bearing utricles. 3. Surface view of outermost utricles after decalcification. Okinawa Island, Japan.

1, 4. Внешний вид (в аквариуме). 2. Сердцевинная нить, несущая пузырьки. 3. Вид пузырьков с поверхности после декальцификации (о-в Окинава, Япония).

Thallus erect, forming dense tufts, 4.5–6 (–11) cm high, bright green. Branching di-, trichotomous in one plane. Segments moderately calcified, cuneate, subcuneate, discoid, flabellate, ribbed, 0.5–1.6 cm wide, 0.5–1.4 cm long, 0.6–0.8 (–1.5) mm thick. Upper margins thickened, undulate or lobed. The uppermost utricles in surface view roundish polygonal, 25–42×27–52 μm. In longitudinal section, utricles in 3–4 layers, surface utricles 25–45 (–52) μm diam., 50–100 μm long; subsurface utricles 40–50 (–60) μm diam., (35)–60–110 μm long, each bearing 2–4 surface utricles. Medullary filaments 60–95 μm diam. Basal segments subcylindrical (fused laterally) form a fan-shaped segment bearing branches. Attachment by cylindrical holdfast (4–5.5 cm long, 1.3 cm diam.) consisting of rhizoids binding sand and finer sediments. Growing on sandy, sandy-muddy bottom at 1–2 m depth to 30 m.

Note. The alga is used in folk medicine.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

In the Asian-Pacific countries: Japan, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

Слоевище прямостоячее, образующее плотные пучки, 4.5–6 (–11) см выс., ярко-зеленого цвета. Ветвление ди-, трихотомическое, в одной плоскости. Сегменты умеренно кальцинированные, клиновидные, субклиновидные, дисковидные, веерообразные, ребристые, 0.5–1.6 см шир., 0.5–1.4 см дл., 0.6–0.8 (–1.5) мм толщ. Края сегментов утолщенные, волнистые или лопастные. Пузыри с поверхности округло-полигональные, 25–42×27–52 мкм. На продольном срезе пузыри образуют 3–4 слоя; поверхностные пузыри 25–45 (–52) мкм в диам., 50–100 мкм дл.; субповерхностные пузыри 40–50 (–60) мкм в диам., (35)–60–110 мкм дл., несут по 2–4 поверхностных пузыря. Сердцевинные нити 60–95 мкм в диам. Базальные сегменты субцилиндрические, сросшиеся по бокам, образуют веерообразный сегмент, несущий ветви. Ризоиды переплетенные, спрессованы с мелкими частичками песка и осадка, образуют цилиндрический орган прикрепления (4.5–5 см дл.), погруженный в мягкий (песчаный) грунт. Растет на песчаном, песчано-илистом грунте.

Распространение. Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux	<i>Халимеда опунция</i>
---	--------------------------------

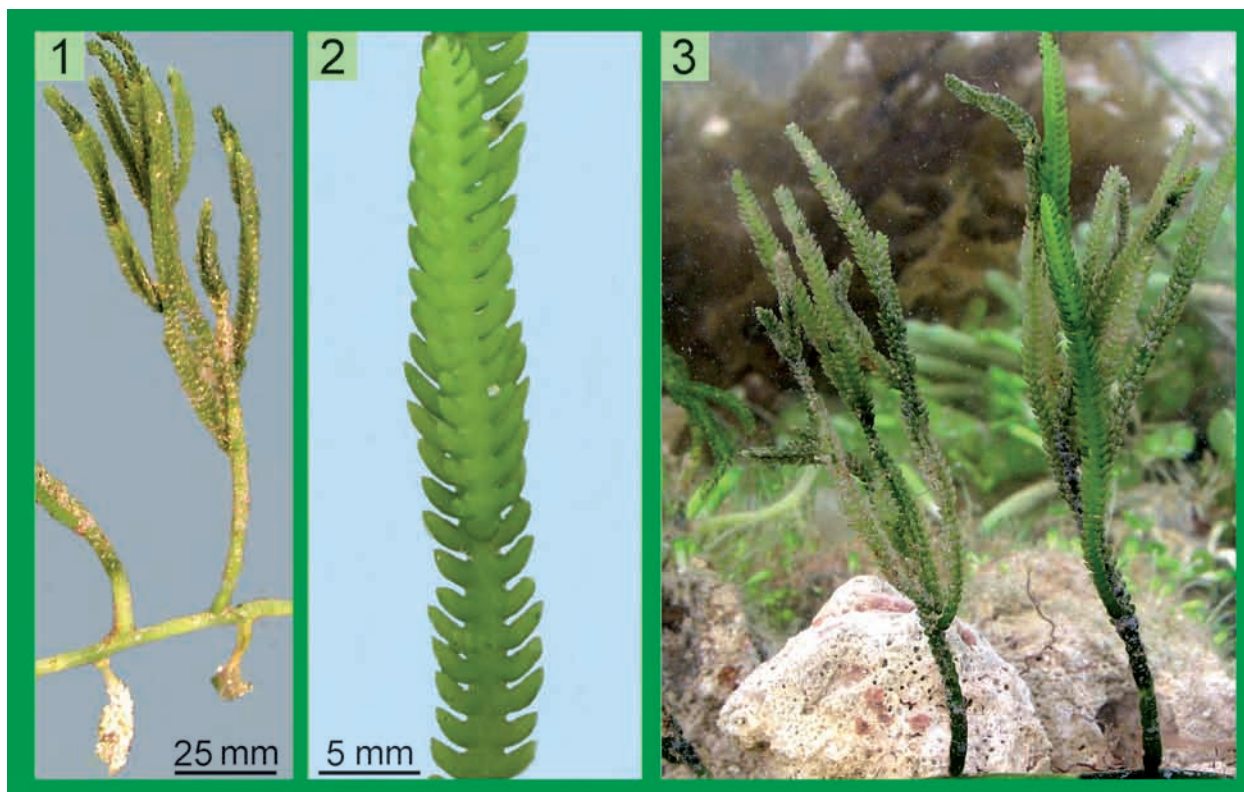


<p>1. Subsurface utricles each bearing three surface utricles. 2. Surface view of outermost utricles. 3. Habit (Sesoko Island, Okinawa, Japan).</p>	<p>1. Субповерхностный пузырь, несущий три поверхностных. 2. Вид на пузыри сверху. 3. Внешний вид (о-в Сесоко, Окинава, Япония).</p>
<p>Thallus compact forming clusters, 5–6 (–20) cm high, light, light dull-green, bright green. Branching in one plane di- trichotomous. Segments lightly calcified, flabellate, rounded triangular, disc-like, 0.8–1.7 (–2.0) cm wide, 1.0–1.5 cm long, 1.3 mm thick near base, 570 mm in the middle portion and 1.1 mm thick at margins of segments. Upper margins entire, slightly undulate. Ribs absent. The uppermost utricles in surface view polygonal, (27) –50–100 (–150) ×90–120 mm. Cortex of 2–4 layers of utricles. Surface utricles 40–120 mm long. Subsurface utricles 90–120 mm diam, 120–250 mm long, each bearing 2–4 surface utricles. Basal segment stipe-like, subcylindrical or subcuneate. Holdfast inconspicuous, small (5–10 mm long). Growing on hard substrate in low intertidal, upper subtidal.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine (antibacterial activity).</p> <p><i>Distribution.</i> Indian, Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище компактное, образующее пучки, 5–6 (–20) см выс., светлого тускло-зеленого, ярко-зеленого цвета. Ветвление в одной плоскости, ди-, трихотомическое. Сегменты слегка кальцинированы, веерообразные, округло-треугольные, дисковидные, 0.8–1.7 (–2.0) см шир., 1.0–1.5 см дл., 1.3 мм толщ. у основания сегмента, 500 мкм в средней части и 1.1 мм у края. Верхние края сегментов цельные, слегка волнистые. Ребра отсутствуют. Пузыри с поверхности полигональные, (27) –50–100 (–150) ×90–120 мкм. Кора состоит из 2–4 слоев пузырей. Поверхностные пузыри 50–150 мкм в диам., 40–120 мкм дл. Субповерхностные пузыри 90–120 мкм в диам., 120–250 мкм дл., несущие по 2–4 поверхностных пузыря. Базальный сегмент в виде ножки, субцилиндрический или субклиновидный. Прикрепляется маленькой (5–10 мм дл.) подошвой. Растет на твердых субстратах в нижней литорали и верхней сублиторали.</p> <p><i>Распространение.</i> Индийский и Тихий океаны.</p>

FAMILY CAULERPACEAE

Caulerpa cupressoides (Vahl) C. Agardh

Каулерпа кипарисообразная



1. Habit. 2. Fragment of branch with branchlet. 3. Habit (in aquarium, Okinawa Island, Japan).



1. Внешний вид. 2. Фрагмент ветви с веточкой. 3. Внешний вид (в аквариуме, о-в Окинава, Япония).

Thallus stiff, grass green to dark green, consisting of extensive spreading stout stolons, 0.8–1.5 (–2.5) mm diam. with descending rhizoid-bearing branches below and erect axes above to 25 cm high. Branching generally dichotomous, rarely irregular. Each branch with 2 (–3) rows of short imbricate, generally cylindrical to 0.4 mm diam., 1–2 mm long, upcurved branchlets (pinnules) with a short spine at the apex. The distichous pinnules arranged mainly opposite. Main axes cylindrical and naked at base becoming flat above, 0.8–1.5 mm broad. Rhizoids stalked, branched, whitish-yellow. Growing on sandy bottom at 1–2 m depth at sites exposed to moderate wave action.

Distribution. Subtropical and tropical warters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

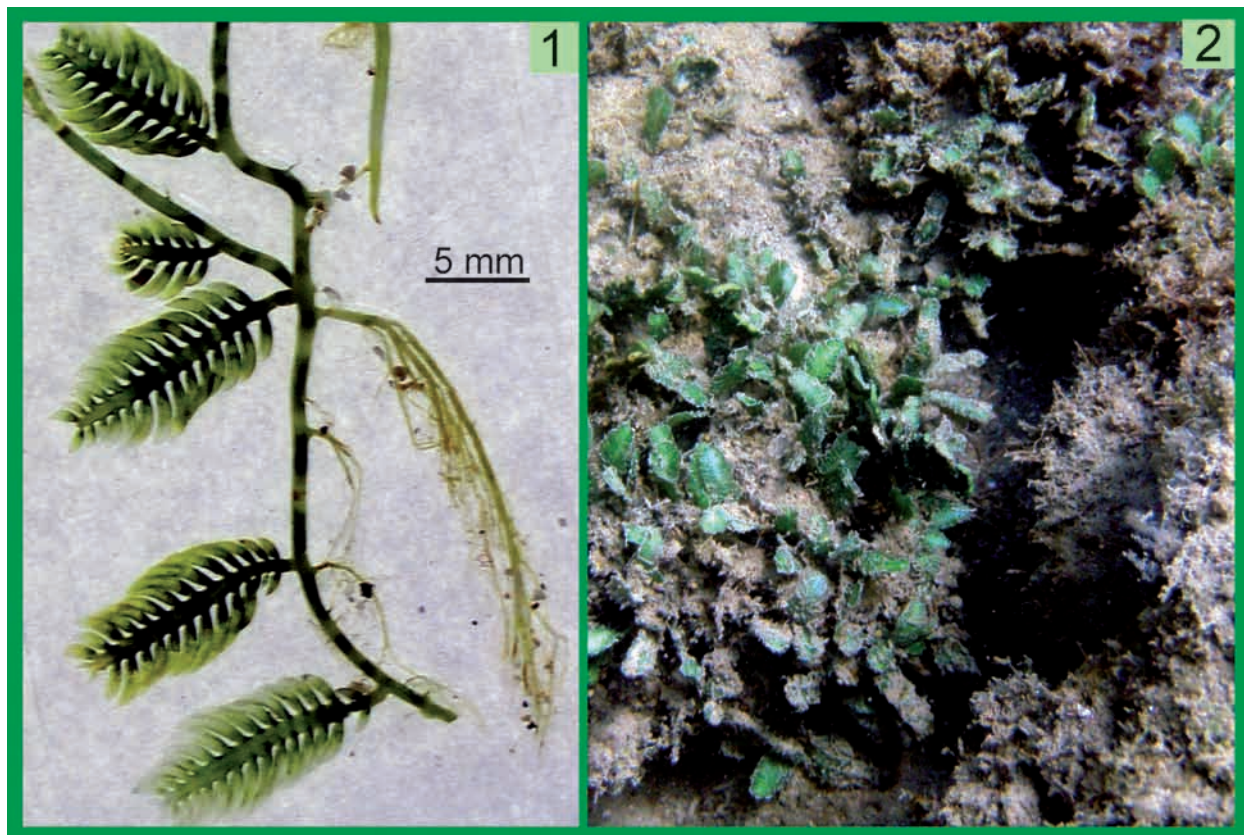
Слоевище жесткое, от травянисто-зеленого до темно-зеленого цвета, состоящее из распростертых крепких столонов, 0.8–1.5 (–2.5) мм в диам., со спускающимися ветвями, несущими ризоиды и вертикальными побегами до 25 см выс. Ветвление в основном дихотомическое, редко беспорядочное. Каждая ветвь с 2 (–3) рядами коротких, налегающих друг на друга, в основном цилиндрических, до 0.4 мм в диам., 1–2 мм дл., загнутых кверху веточек (пиннул) с коротким шипом на вершине. Двухрядные пиннулы расположены в основном супротивно. Главные побеги цилиндрические и оголенные в основании, плоские выше, 0.8–1.5 мм шир. Ризоиды на ножке, беловато-желтого цвета. Растет на песчаном грунте, на глубине 1–2 м, в местах с умеренным волнением.

Распространение. Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

<i>Caulerpa lentillifera</i> J. Agardh	Каулерпа чечевиценосная
	
<p>1. Habit. 2. Upper subtidal (Con Dao Islands, Vietnam).</p> <p>Thallus light grass green to dark green, forming creeping stolons, bearing erect grape-like branches to 9 cm high densely covered with spherical branchlets, 1.5–2.2 (–3) mm diam., arranged in 5–8 longitudinal rows. The branchlets stalked (1 mm long) with a distinct constrictions below the branchlets. Stolons stout, 1–2 mm diam., bearing colorless (or light greenish), long, sparsely branched rhizoids. Common on coral reefs. Growing on rocky, sandy, sandy-muddy bottom with dead coral blocks in shallow protected areas.</p> <p><i>Note.</i> The alga is cultivated in Japan, Vietnam.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans. In the Asian-Pacific countries: Japan, Vietnam, Thailand, Indonesia, Malaysia, Singapore, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>1. Внешний вид. 2. Верхняя сублитораль, глубина 2 м (острова Кон Дао, Вьетнам).</p> <p>Слоевище от светло-зеленого до темно-зеленого цвета, образующее стелющиеся stolons, несущие вертикальные виноградообразные ветви до 9 см выс., плотно покрытые сферическими веточками 1.5–2.2 (–3) мм в диам., расположенными в 5–8 продольных рядов, с отчетливыми перетяжками ниже веточек. Веточки на ножке (ножка 1 мм дл.). Столоны крепкие, 1–2 мм в диам., несущие бесцветные (или светлого зеленоватого цвета) длинные, скудно разветвленные ризоиды. Обычно на коралловых рифах. Растет на скалистом, песчаном, песчано-илистом с обломками мертвых кораллов грунте, в мелководных защищенных местах.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Индийского и Тихого океанов. В странах АТР: Япония, Вьетнам, Таиланд, Филиппины, Индонезия, Малайзия, Сингапур, Австралия и Новая Зеландия, Тихоокеанские острова.</p> <p>Культивируют в Японии, Вьетнаме.</p>

Caulerpa mexicana Sonder ex Kützing

Каулерпа мексиканская



1. Habit. 2. Upper subtidal. Nhatrang Bay, Vietnam).

1. Внешний вид растения, собранного на коралловом рифе о-в Сесоко (Окинава, Япония). 2. В верхней сублиторали (зал. Нячанг, Вьетнам).

Thallus consist of creeping stolons (0.6–1.25 mm diam.) bearing numerous descending delicate rhizoids and erect branches at distance 4–8 (–13) mm from each other. Branches dark green, simple or occasionally branched, ending abruptly in a short apex, shortly stalked, feather-like, oblong or broadly lanceolate, dwarf, 1–3 cm high, 4–8 (–10) mm broad, with flat midrib, 1–3 mm broad and with pinnules on both sides of the midrib. The pinnules flat, oval to oblong, opposite, densely placed, sometimes overlapping each other, upcurved, slightly constricted at base, 0.5 mm broad, to 2.6 mm long, with apiculate tips. Rhizoids branched, slender. Growing on stones, dead coral blocks at low intertidal to subtidal (10–15 m).

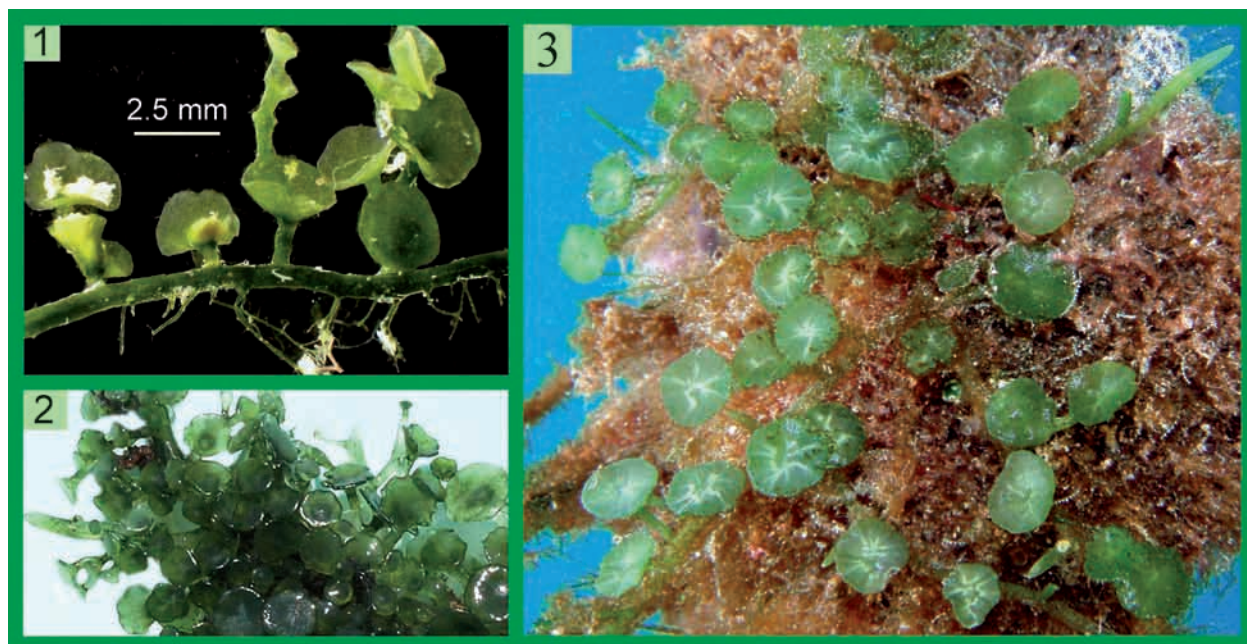
Note. The alga is used in folk medicine.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. In the Asian-Pacific countries: Japan, Vietnam, Thailand, Indonesia, Malaysia, Singapore, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.

Слоевище состоит из стелющихся столонов (0.6–1.25 мм в диам.), несущих многочисленные спускающиеся ризоиды и вертикальные ветви на расстоянии 4–8 (–13) мм друг от друга. Ветви темно-зеленого цвета, простые или случайно разветвленные, резко заканчивающиеся в короткую верхушку; на короткой ножке, перовидные, продолговатые или широколанцетовидные, 1–3 см выс., 4–8 (–10) мм шир., с плоским ребром и с пиннулами по обеим сторонам ребра. Пиннулы плоские, от овальных до продолговатых, супротивные, плотно расположенные, иногда налегающие друг на друга, загнутые вверх, со слабыми перетяжками в основании, короткоостроконечные, 0.5 мм шир., до 2.6 мм дл. Ризоиды разветвленные, тонкие. Растет на камнях и мертвых кораллах, в нижней литорали и верхней сублиторали.

Распространение. Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

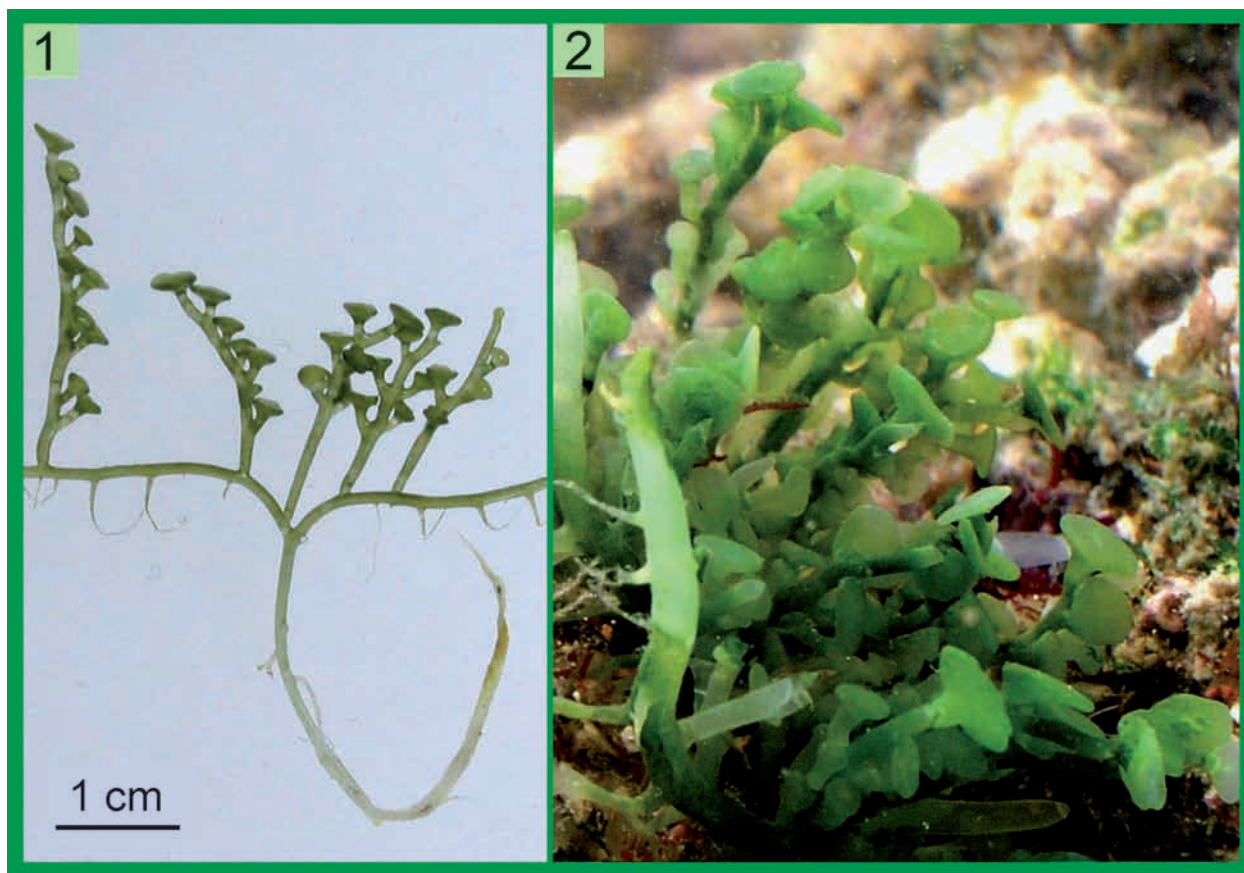
<i>Caulerpa nummularia</i> Harvey ex J. Agardh	Каулерпа нуммулария
--	----------------------------



<p>1. Fragment showing discs sprouting from the margins of parent blades. 2. Habit. 3. Plants overgrowing lobster farm constructions (Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Фрагмент слоевища с дисками, прорастающими из края материнской пластинки. 2. Внешний вид. 3. Растения, обрастающие конструкции фермы по выращиванию омаров (о-в Мот, зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus light, or pale green consisting of very fine creeping stolons, 0.4–0.8 (–1) mm diam., bearing erect branches to 1 cm high and rhizoid-bearing branches. Erect branches simple or branched, with flattened disc-like, peltate blades, 1–3 (–5) mm dim., often bearing at the margins (very rarely from center) one or two stalked, peltate discs and the latter giving rise to another. Discs entire, sometimes slightly lobed or crenulate at margins. Rhizoids fine, branched or unbranched. Growing often among algae, such as <i>Amphiroa fragilissima</i>, <i>Jania adhaerens</i> forming dense clumps at sheltered low intertidal, upper subtidal sites on hard substrate.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. In the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище светлого или бледно-зеленого цвета, состоящее из очень тонких стелющихся столонов, 0.4–0.8 (–1) мм в диам., несущих вертикальные ветви до 1 см выс. и ризоиды. Вертикальные ветви простые или разветвленные, со сплюснутыми дисковидными или щитовидными пластинками, 1–3 (–5) мм в диам., часто несущими на краях (очень редко в центре) один или два щитовидных диска на ножке, из которых также развиваются другие диски. Края дисков цельные, слегка лопастные или мелкогородчатые. Ризоиды тонкие, разветвленные или неразветвленные. Растет часто среди других водорослей: <i>Amphiroa fragilissima</i>, <i>Jania adhaerens</i>, образуя густые заросли в защищенных местах, в нижней литорали, верхней сублиторали на твердых субстратах.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в южных странах АТР (Япония, Китай, Вьетнам, Филиппины, Австралия и Новая Зеландия, Тихоокеанские острова).</p>

Caulerpa peltata J.V. Lamouroux

Каулерпа щитовидная

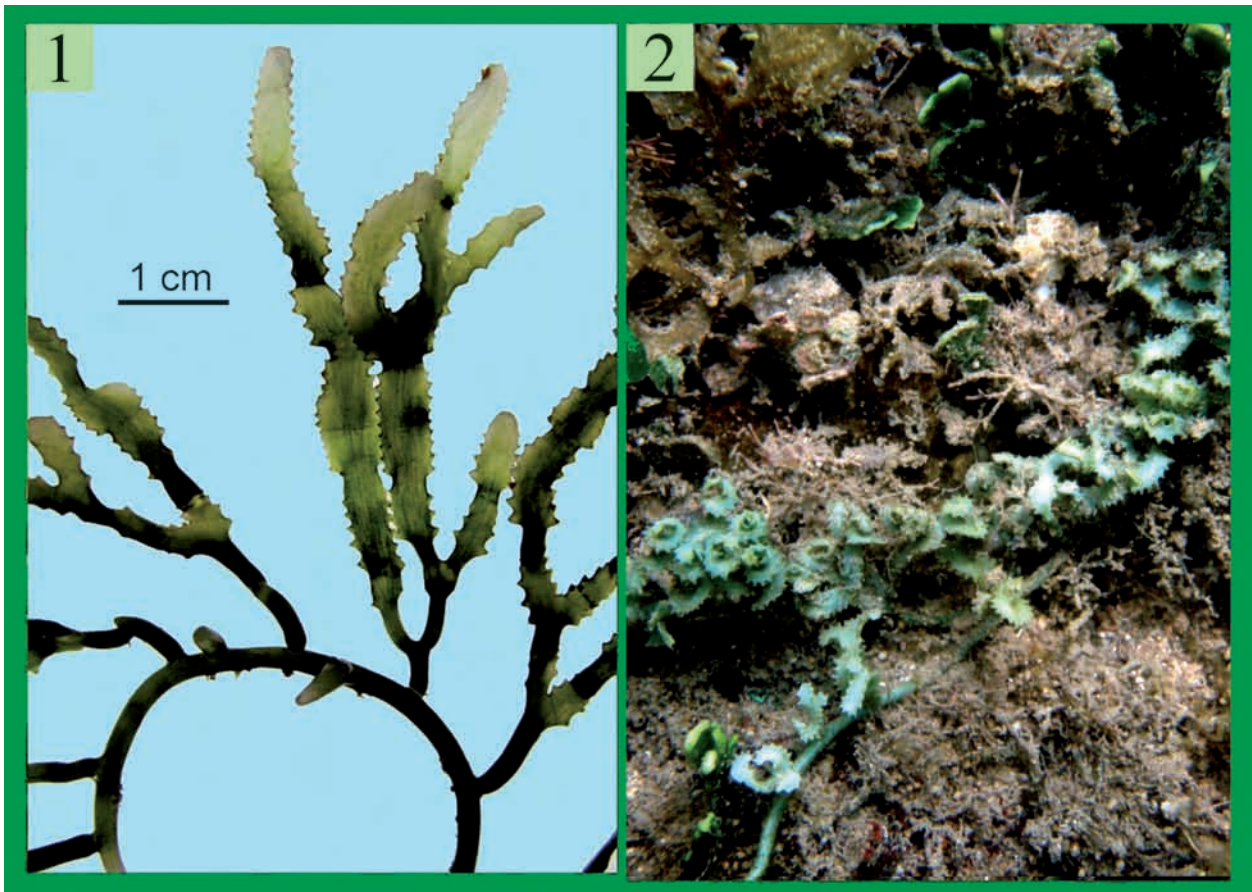


<p>1. Habit (Sesoko Biological Station, Okinawa, Japan). 2. Upper subtidal (1.5 m depth, Mot Island, Nhatrang Bay, Vietnam).</p>	<p>1. Внешний вид растения из аквариума (Биологическая станция Сесоко, Окинава, Япония). 2. Верхняя сублитораль (1.5 м, о-в Мот, зал. Нячанг, Вьетнам).</p>
<p>Thallus light to dark green, consisting of creeping slender stolons 1 (–2) mm diam., bearing branched rhizoids and erect branches 1–3 cm high. The branches bear numerous peltate, disc-like branchlets (blades), 1.5–3.5 (–5) mm diam., on slender stalk 1–2 mm long. Rhizoids fine, branched. Growing on dead coral colonies at low intertidal, upper subtidal (1–2 m depth) of moderately exposed shores, intermixed with other algal species in turf communities.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. In the Asian-Pacific countries: Japan, Vietnam, Thailand, Indonesia, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p>	<p>Слоевище от светло-зеленого до темно-зеленого, состоящее из стелющихся тонких столонов 1 (–2) мм в диам., несущих разветвленные ризоиды и вертикальные ветви 1–3 см выс. Ветви несут многочисленные щитовидные, дисковидные веточки (пластинки) 1.5–3.5 (–5) мм в диам., на тонкой ножке 1–2 мм дл. Ризоиды тонкие, разветвленные. Растет в основном на мертвых кораллах, покрытых плотным слоем осадков, в ассоциации с другими водорослями, в торфовых сообществах, образует сросшиеся дернины; в нижней литорали и в верхней сублиторали (1–2 м глуб.), на побережьях с умеренным волнением.</p> <p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР: Японии, Китае, Вьетнаме, Тайланде, Индонезии, на Филиппинах, в Австралии и Новой Зеландии, на Тихоокеанских островах.</p>

<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh	Каулерпа кистевидная
<div><div>1</div></div> <div><div>2</div></div>	<div><div>1. Внешний вид (в аквариуме). 2. Обрастания (зал. Нячанг, Вьетнам).</div><div><p>Thallus dark green to pale green, consisting of creeping widely spreading stolons, 20–30 (–65) cm long, bearing erect branches and numerous stout rhizoids below, tightly adhering to substrate. Erect branches grape-like in appearance, (1) –5–6 (–15) cm high, with branchlets (2) –2.5–4 mm diam., spherical, subspherical or club-shaped without constrictions between the branchlets and stalks. Branchlets few or densely arranged on erect axes (radially, alternately, pinnately or irregularly). Growing on middle, low intertidal, subtidal, to 5 (–50) m deep, on dead corals covered with sand, on sandy-muddy bottom, forming entangled mats in sheltered and moderately wave-exposed shores.</p><p><i>Distribution.</i> Worldwide: in subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans. In the Asian-Pacific countries: Japan, Korea, China, Vietnam, Thailand, Indonesia, Malaysia, Singapore, Philippines, Australia and New Zealand, Pacific Islands.</p></div></div> <div><p>Слоевище от темно-зеленого до бледно-зеленого цвета, состоящее из стелющихся, широко простирающихся столонов 20–30 (–65) см дл., несущих вертикальные ветви и многочисленные плотные ризоиды. Вертикальные ветви виноградообразные, (1) –5–6 (–15) см выс., с веточками (2) –2.5–4 мм в диам., сферической, почти сферической или булавовидной формы, без перетяжек между веточками и ножками. Веточки скудно или плотно расположены на вертикальных побегах (радиально, поочередно, перисто или беспорядочно). Вид имеет различные формы в зависимости от условий. Растет в нижней литорали и в сублиторали, до 5 (–50) м глубины, на мертвых колониях кораллов, покрытых песком, на песчано-илистом грунте, образует переплетенные маты в местах с умеренным волновым воздействием.</p><p><i>Распространение.</i> Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.</p></div>

Caulerpa serrulata (Forsskål) J. Agardh

Каулерпа мелкопильчатая



1. Habit. 2. Upper subtidal (2 m depth, Xom Bau, Nhatrang Bay, Vietnam).

1. Внешний вид. 2. Верхняя сублитораль (2 м глуб.), бух. Сом Бау, зал. Нячанг, Вьетнам.

Thallus dark green, light bluish green, dull green or pale green sometimes yellowish-orange at the upper portions of branches, 2–3.5 (–9) cm high, consisting of branched creeping stolons, 20–30 cm long, 2 mm diam. bearing erect branches and rhizoids below. Erect branches flat, strap-shaped, 2–4 mm wide, slightly curved or often spirally twisted with naked cylindrical or slightly compressed stalk. Branching widely dichotomous, repeatedly dichotomous or subdichotomous. Margins toothed (serrulate). Teeth wedge-shaped, with pointed tips. Rhizoids shortly stalked, branched. Growing on sandy bottom, on rocks, dead coral fragments covered with san, in sheltered sites in lower intertidal to subtidal (to 25 m deep).

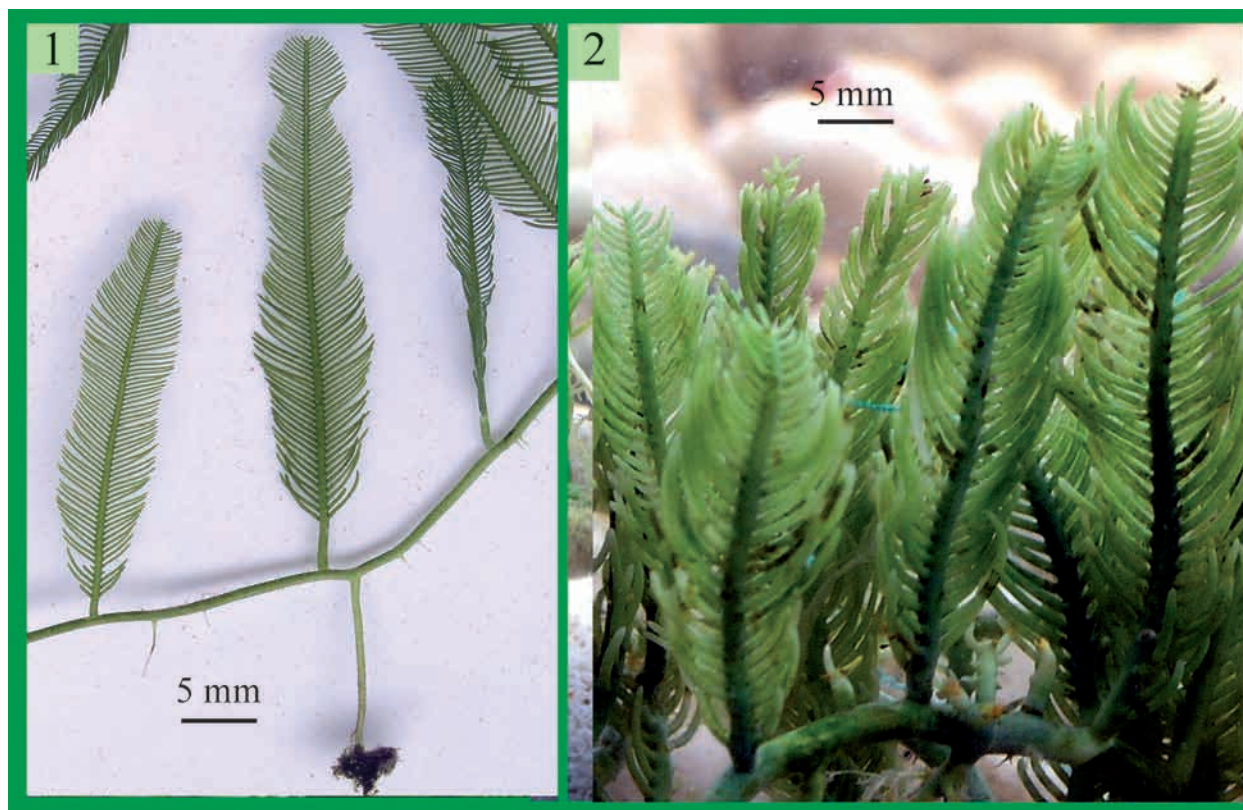
Distribution. Worldwide, in subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

Слоевище (2–3.5 (–9) см выс.) темно-зеленого, светлого голубовато-зеленого или бледно-зеленого цвета (иногда в верхней части ветвей желтовато-оранжевого цвета) состоит из разветвленных стелющихся столонов (20–30 см дл., 2 мм в диам.), несущих вертикальные ветви и ризоиды. Вертикальные ветви плоские, лентовидные, 2–4 мм шир., слегка искривленные или спирально скрученные, с оголенной цилиндрической или слегка сжатой ножкой. Ветвление широко-, повторно-дихотомическое или субдихотомическое. Края зубчатые (мелкопильчатые). Зубцы клиновидные с заостренными верхушками. Ризоиды разветвленные, на короткой ножке. Растет на песчаном грунте, на скалах, на обломках мертвых кораллов, покрытых песком, в защищенных местах нижней литорали или сублиторали (до 25 м глубины).

Распространение. Всюду в субтропиках и тропиках Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Обычна в странах АТР.

Caulerpa sertularioides
(S.G. Gmelin) M. Howe

Каулерпа венчиковидная



1. Habit of plant grown in aquarium at Marine Biological Sesoko Station (Okinawa, Japan).
2. Habit (in aquarium), Phu Quock Island, Vietnam.

1. Внешний вид (из аквариума Морской биологической станции Сесоко, Окинава, Япония).
2. Внешний вид (в аквариуме), о-в Фукуок, Вьетнам.

Thallus grass green, consisting of creeping, coarse stolons bearing erect feather-like branches above and rhizoids below. Branches 2.5–5 (–20) cm high, 4–5 (–20) mm wide, stalked (1–3 mm high). Central axis cylindrical, 430–500 (–1000) mm diam. Branchlets (pinnules) distichous, opposite, linear-cylindrical or needle-like, (120) –180–400 mm diam., 1.8–5 (–11) mm long, mostly upcurved, not constricted at base. Apices rounded conical and mucronate. Stolons branched, stout, naked, (0.5) –2.0–2.5 mm diam., to 0.3 m long. Rhizoids dichotomously branched, gradually tapering to apices. Growing on hard substrates covered with sand, sandy bottom with rocks, in middle, lower intertidal, subtidal (to 10 m deep), in sheltered and moderately wave-exposed sites, often in association with seagrasses.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

Слоевище травянисто-зеленого цвета, состоящее из стелющихся, грубых столонов, несущих вертикальные перовидные ветви и ризоиды. Ветви 2.5–5 (–20) см выс., 4–5 (–20) мм шир., на ножке (1–3 мм выс.). Центральная ось цилиндрическая, 430–500 (–1000) мкм в диам. Веточки (пиннулы) двухрядные, супротивные, линейно-цилиндрические или игло-видные, (120) –180–400 мкм в диам., 1.8–5 (–11) мм дл., в основном загнуты вверх, без перетяжек в основании. Верхушки округло-конические и остро-конечные. Столоны разветвленные, (0.5) –2.0–2.5 мм в диам., до 0.3 м дл. Ризоиды дихотомически разветвленные, постепенно сужающиеся к верхушкам. Растет на твердых субстратах, покрытых песком, в нижней литорали и в сублиторали (до 10 м глуб.), в защищенных и с умеренным волнением побережьях, часто в ассоциации с морскими травами.

Распространение. Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

Caulerpa taxifolia (M. Vahl) C. Agardh

Каулерпа тисолистная



1. Habit. 2. Upper subtidal (Phu Quoc Island, Vietnam).

1. Внешний вид. 2. В верхней сублиторали (о-в Фукуок, Вьетнам).

Thallus bright dark- or grass-green consists of widely spreading stolons bearing erect branches above and rhizoids below. Branches closely placed to each other, flattened, 2–3 (–15) cm high, 6–8 (–12) mm broad, stalked, naked near base feather-like, linear-oblong to linear with slightly compressed midrib (oval in transverse section, 1.0–1.5 mm broad. New branches often proliferating from midrib. Pinnules flattened, regularly opposite, upcurved, sickle-shaped towards apices, slightly constricted at base, 0.3–0.5 (–1) mm wide, (1.7) –2.5–6 mm long, tapering at tips and base. Apices pointed. Creeping stolons dark green, (1) –1.5–2.5 mm diam. bear descending delicate rhizoids. Rhizoids stalked, repeatedly branching to slender apices. Growing on hard substrate covered with sand and on sandy bottom at low intertidal, upper subtidal (to 15 m deep), in protected and moderately wave-exposed sites.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Atlantic, Indian and Pacific Oceans.

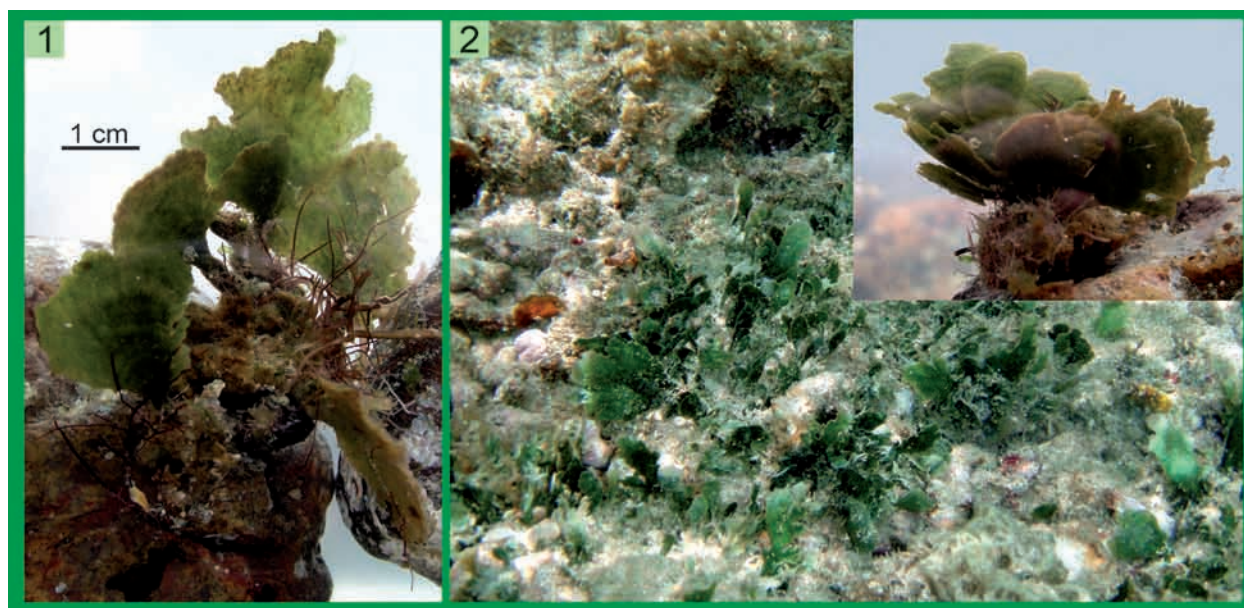
Слоевище яркого темно- или травянисто-зеленого цвета, состоящее из стелющихся столонов, несущих вертикальные ветви и ризоиды. Ветви близко расположены друг к другу, уплощенные, 2–3 (–15) см выс., 6–8 (–12) мм шир., на ножке, оголенные внизу, выше перовидные, линейно-продолговатые, до линейных, со слегка приплюснутым (овальным на поперечном срезе) ребром 1.0–1.5 мм шир. Новые ветви часто развиваются из ребра. Пиннулы уплощенные, регулярно супротивные, загнутые кверху, серповидные к верхушкам, с легкими перетяжками в основании, 0.3–0.5 (–1) мм шир., (1.7) –2.5–6 мм дл., сужающиеся к верхушкам и основанию. Верхушки остроконечные. Стелющиеся столоны (1) –1.5–2.5 мм в диам., несут тонкие (на ножке) повторно ветвящиеся ризоиды. Растет на твердых субстратах, покрытых песком, в нижней литорали, в верхней сублиторали с умеренным волнением.

Распространение. Субтропические и тропические воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

ORDER BRYOPSDALES
FAMILY DICHOTOMOSIPHONACEAE

Avrainvillea lacerata Harvey ex J. Agardh

Авраинвиллея разорванная



1. Habit (in aquarium) sampled in Na Phu Lagoon (Vietnam). 2. Upper subtidal (1.5 m depth, Con Dao Islands, Vietnam). Insert: Habit (Na Phu Lagoon).

1. Внешний вид растения (в аквариуме) из лагуны Ня Фу (Вьетнам). 2. В верхней сублиторали, на глубине 1.5 м (острова Кондао, Вьетнам). Вставка: Растения из лагуны Ня Фу.

Plants blade-like, solitary or in dense clusters, up to 8.5 cm high, greenish brown, olive-green to pale olive, zonated with alternating concentric dark and light strips. Blades stipitate, flabellate, reniform, 2–3 cm wide, 4–5 cm long, tightly woven, consisting of intertwined filaments. Filaments at basal portion to 40 μ m diam., in the middle 10–22 μ m diam., and near the margins about 6 μ m diam. The filaments repeatedly dichotomously branched, tortuous, torulose with long-neck constrictions above dichotomies. Upper margins undulate, lacerate or irregularly lobed to finely fibrous. Stalk distinct to 3 cm long, 1–6 mm diam. Holdfast short, massive, bulbous bearing numerous blades. Growing on shallow rocks, dead corals, covered with sand, intertidal, subtidal (to 15 m deep).

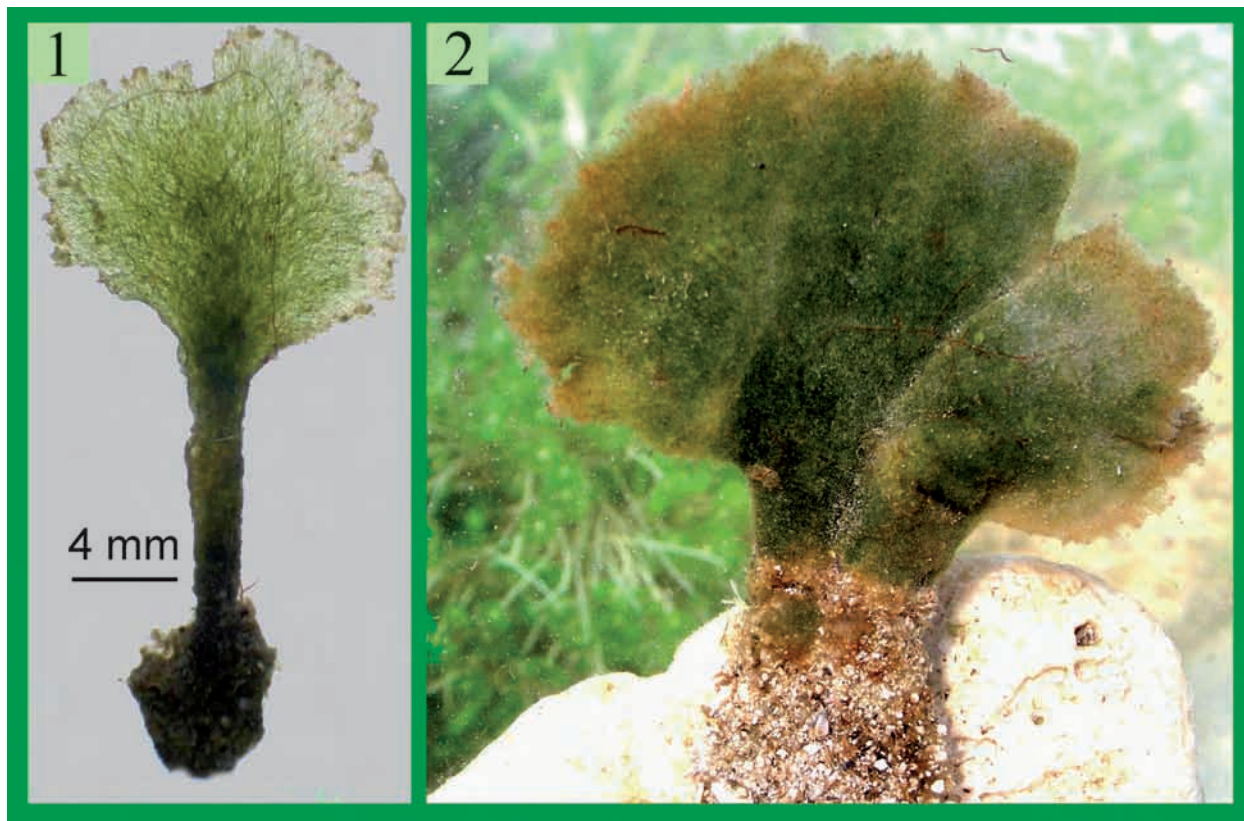
Note. The alga is used in folk medicine of the Asian-Pacific countries.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans.

Растения пластинчатые, растут одиночно или в плотных пучках до 8.5 см выс., от зеленовато-бурого, оливково-зеленого до бледно-оливкового цвета, с чередующимися поперечными концентрическими светлыми и темными полосами. Пластины на ножке, веерообразные, почковидные, 2–3 см шир., 4–5 см дл., состоят из плотно переплетенных нитей. Нити в базальной части слоевища до 40 мкм в диам., в средней – 10–22 мкм в диам., у края около 6 мкм. Нити повторно дихотомически разветвленные, извилистые, с небольшими вздутиями, с длинными перетяжками выше разветвлений. Верхние края пластины волнистые, разорванные или нерегулярно лопастные до тонковолокнистых. Ножка до 3 см дл., 1–6 мм в диам. Прикрепляется к субстрату коротким массивным утолщением, несущим многочисленные пластины. Растет на скалах, мертвых кораллах, покрытых песком, на литорали и в сублиторали (до 15 м глубины).

Распространение. Субтропические и тропические воды Индийского и Тихого океанов.

<i>Avrainvillea erecta</i> (Berkeley) A. Gepp & E.S. Gepp	<i>Авраинвиллея прямостоячая</i>
---	---

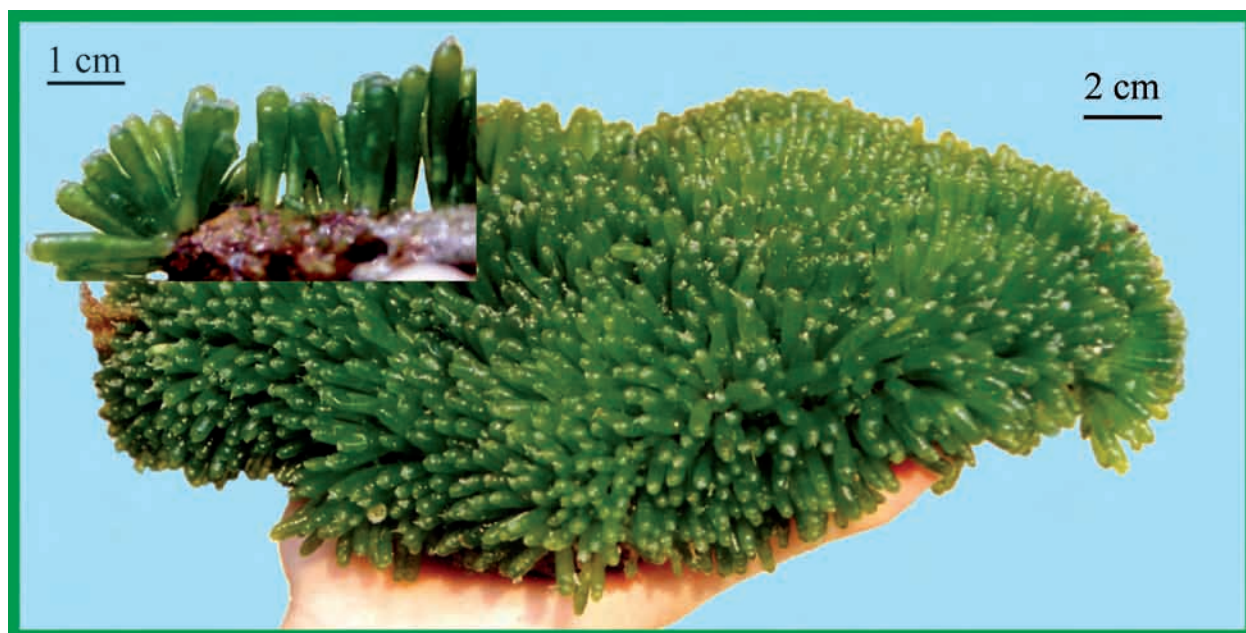


Habit of young plant (1) and mature plant (2) (in aquarium, Okinawa Island, Japan).	Молодое растение (1) и взрослое (2) (в аквариуме, о-в Окинава, Япония).
<p>Thallus blade-like, erect, solitary, sometimes in clusters. Blades flat, flabellate, subcuneate or reniform, thick to 1 mm, 1–6 cm high, 2.5–10 cm broad, soft, shortly stipitate to sessile, dark green to greenish brown, with brownish margins in adult plants. The blade consists of loosely woven filaments. Cortical filaments cylindrical, slightly moniliform, 27–45 mm diam., dichotomous, sometimes tri-polychotomous, strongly constricted at the dichotomies, branching in various planes and forming felt-like texture. Medullar siphons cylindrical 35–60 (–70) mm diam. Margins entire, fimbriate or lobed. Holdfast stout cylindrical or subcylindrical consists of densely interwoven rhizoids together with coral sand particles, shell fragments and fine sediments, 2–9 (–16) cm, 1–1.8 (–2.5) cm diam., deeply sunken in silt or coral sand. Growing in protected areas on sandy or muddy bottom, intertidal, subtidal (to 15 m deep).</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Subtropics tropics of Indian and Pacific Oceans.</p>	<p>Слоевище пластинчатое, прямостоячее, одиночное, иногда в пучках. Пластины плоские, вееро-видной, почти клиновидной или почковидной формы, 1 мм толщ., 1–6 см выс., 2.5–10 см шир., мягкие, от темно-зеленого до зеленовато-бурого цвета, с буроватыми краями у взрослых растений. Пластна состоит из слабо переплетенных нитей. Коровые нити цилиндрические, слегка четковидные, 27–45 мкм в диам., дихотомически, три-, полихотомически разветвленные, с перетяжками на разветвлениях, ветвящиеся в разных направлениях и придающие войлоковидную текстуру. Сердцевинные нити цилиндрические, 35–60 (–70) мкм в диам. Края цельные, бахромчатые или лопастные. Прикрепляется “ножкой”, 2–9 (–16) см дл., 1–1.8 (–2.5) см в диам., состоящей из плотно переплетенных ризоидов с частичками песка, ракуши, погруженной в ил или песок. Растет на литорали и в сублиторали (до 15 м глуб.).</p> <p><i>Распространение.</i> Индийский и Тихий океаны (субтропические, тропические воды).</p>

ORDER DASYCLADALES
FAMILY DASYCLADACEAE

Bornetella oligospora Solms-Laubach

Борнетелла малоспоровая



Colony sampled from shallow reef flat (My Hoa, Ninh Tuan Province, Vietnam).

Колония, взятая на мелководном риф-флете (зал. Ми Хоа, Вьетнам).

Thallus erect, subcylindrical to clavate or slightly curved, gregarious (forming extensive colonies), bright green, shining, slightly calcified, (0.7) –1.4–4.0 cm high, 3.5–6 mm diam. in upper part and tapering to the base to 2 mm. Inner structure: central axis bearing 24–32 primary branches. The primary branches bear 4–6 short capitate secondary branches joined together and forming a monostromatic cortex consisting of polygonal cells (in surface view), 180–200 (–340) μ m across. Aplanosporangia (four or more on primary branch) spherical, 150–220 (–250) μ m, on a short stalk, separated by doubled wall, attaching laterally to the primary branches and containing 6–9 aplanospores. The aplanospores oval, sometimes spherical (75–85 μ m diam.) or ellipsoidal, (85) –105–120 \times 70–80 (–90) μ m. Holdfast small, disc-like. Growing on stones, dead corals, in upper intertidal to upper subtidal (to 15 m deep), in protected areas.

Note. The alga is used for food in Philip-pines.

Distribution. Subtropical and tropical waters of Indian and Pacific Oceans.

Слоевище прямостоячее, почти цилиндрическое, булавовидное, слегка загнутое, скученное (образующее колонии), ярко-зеленого цвета, с блестящей поверхностью, слегка кальцинированное, (0.7) –1.4–4.0 см выс., 3.5–6 мм в диам. в верхней части и сужающееся к основанию до 2 мм в диам. Внутренняя структура: центральная ось несет 24–32 главные ветви. Главные ветви несут 4–6 коротких ветвей второго порядка, соединенных вместе и образующих однослойную кору. Полигональные (с поверхности) клетки 180–200 (–340) мкм в поперечнике. Апланоспорангии (4 или больше на главной ветви) сферические, 150–220 (–250) мкм в диам., на короткой ножке, содержащие 6–9 апланоспор. Апланоспоры овальные, иногда сферические, (75–85 мкм в диам.) или эллипсоидальные (85) –105–120 \times 70–80 (–90) мкм. Прикрепляется маленьким диском. Растет на твердом грунте, на литорали и в сублиторали.

Примечание. Водоросль используется в пищу на Филиппинах.

Распространение. Субтропические и тропические воды Тихого и Индийского океанов.

Bornetella nitida Sonder

Борнетелла лоснящаяся



Plants growing on dead coral, sampled in Nhatrang Bay, Vietnam (in aquarium).

Растения на мертвом коралле, зал. Нячанг, Вьетнам (в аквариуме).

Thallus solitary, or in groups, branched, sub-cylindrical, clavate, slightly curved, bright green, brownish-red or brownish-red-green, shining, lightly calcified, (0.7) –1.9–3 (–5) cm high, 3.5–4 mm diam. above, narrowing to the base 2–2.5 mm. Inner structure: central axis (400–650 mm diam.) bear 24–30 primary branches. Primary branches bear 4–6 (–7) short capitate secondary branches joined together and forming a monostromatic cortex consisting of hexagonal (in surface view) cells, 180–210 mm across. Aplanosporangia (1–2) borne laterally on primary branches; shortly stalked, spherical (130) –180–220 mm diam., containing 8–24 (–26) oval aplanospores (80–98×65–75 mm. Attachment by small rhizoid-like holdfast to rocks, dead coral blocks, in intertidal, upper subtidal (to 3 m deep) exposed to moderate wave action.

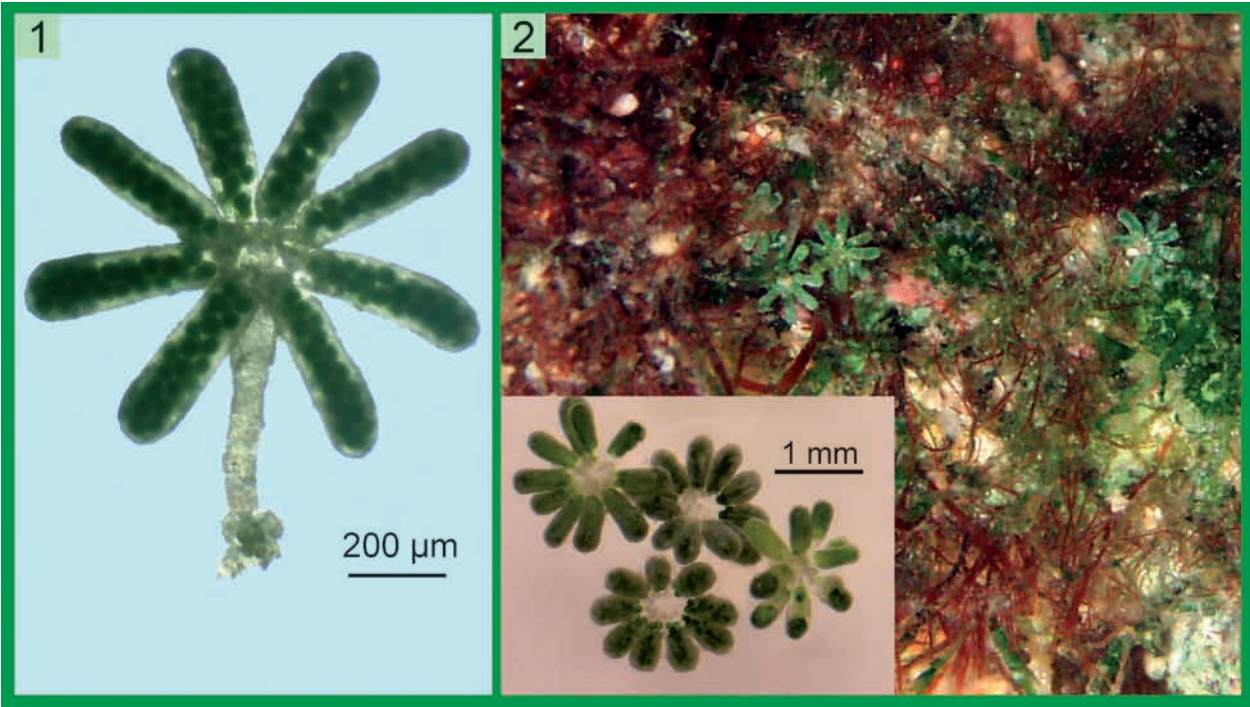
Растение одиночное или в группах, цилиндрическое, булавовидное, слегка загнутое, ярко-зеленого, буровато-красного или буровато-красно-зеленого цвета, блестящее, слегка кальцинированное, (0.7) –1.9–3 (–5) см выс., 3.5–4 мм в диам. в верхней части и сужающееся к основанию до 2–2.5 мм в диам. Внутренняя структура: центральный побег (400–650 мкм в диам.) несет 24–30 главных ветвей. Главные ветви несут 4–6 (–7) коротких, головчатых ветвей второго порядка, соединенных вместе и образующих однослойную кору полигональных (с поверхности) клеток, 180–210 мкм в поперечнике. Апланоспорангии (по 1–2) сбоку на главных ветвях, на короткой ножке, сферические, (130) –180–220 мкм в диам., с 8–24 (–26) апланоспорами (80–98×65–75 мкм). Прикрепляется ризоидами к камням и мертвым кораллам, на мелководье.

Note. The alga is used for food in the Philippines.

Распространение. Тропики и субтропики Тихого и Индийского океанов.

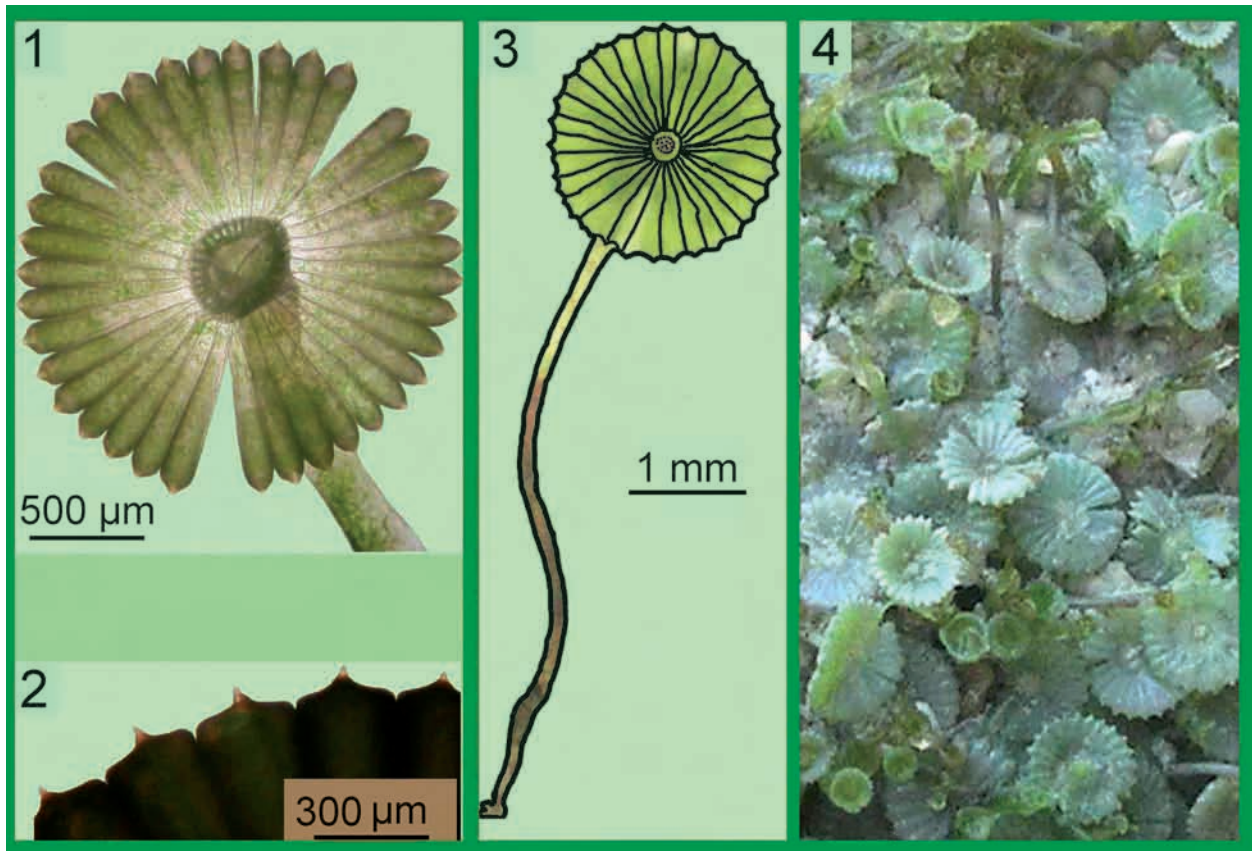
Distribution. Subtropical and tropical waters of Pacific Ocean.

Parvocaulis clavatus (Yamada) S. Berger et al.	Парвокаулис булавовидный
---	---------------------------------




<p>1. Habit, thallus with gametangial rays filled with cysts. 2. Intertidal (Luhuitou, Hainan Island, China). Insert: group of plants.</p>	<p>1. Внешний вид, растение с гаметангиальными лучами. 2. Литораль (Лухуйтоу, о-в Хайнань, Китай). Вставка: группа растений.</p>
<p>Thallus small, inconspicuous, to 2 mm high, solitary, or in groups, lightly calcified, green. Disc solitary, 1.25–2 (–2.5) mm diam., almost flat, of radiating 7–11 (–13) rays free of each other (fused only at base). Rays (100) –200–350 mm diam., to 1 mm long, cylindrical-clavate, ovoid, with rounded apices. Corona superior consisting of free roundish coronal knobs at base of each ray on the upper surface of disc and bearing 2–3 occasionally 4 hairs or hair scars, 50–60 mm diam.; corona inferior lacking. Gametangia are mature rays containing spherical cysts, 85–90 (–100) mm diam. Stalk siphonous, 1.2–2.0 mm high, 200 (–300) mm diam. increasing in width upwards, rugose, with annular corrugations. Attachment by finger-like rhizoidal holdfast. Growing on hard substrate, dead coral fragments in the intertidal zone.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> In tropical waters of Indian and Pacific Oceans. Common in the Asian-Pacific countries: Japan, China, Vietnam,</p>	<p>Слоевище маленькое, до 2 мм выс., одиночное или в группах, слабо кальцинированное, зелено-го цвета. Диск одиночный, 1.25–2 (–2.5) мм в диам., почти плоский, состоящий из 7–11 (–13) свободных лучей (соединенных только в основании). Лучи (100) –200–350 мкм в диам., до 1 мм дл., цилиндрическо-булавовидные, яйцевидные, с округлыми верхушками. Верхняя корона состоит из кругловатых коронковых выпуклостей в основании каждого луча на верхней поверхности диска, несущих 2–3 (случайно 4) волоска или рубца от волосков, 50–60 мкм в диам.; нижняя корона отсутствует. Гаметангии – зрелые лучи, содержащие сферические цисты 85–90 (–100) мкм в диам. Ножка сифоновая, 1.2–2.0 мм выс., 200 (–300) мкм в диам., расширяющаяся кверху, морщинистая, с кольчатыми складками. Прикрепляется разветвленными пальцевидными ризоидами. Растет в литоральной зоне на твердых субстратах.</p> <p><i>Примечание.</i> Водоросль используется в народной медицине.</p> <p><i>Распространение.</i> В тропических водах Индийского и Тихого океанов.</p>

<i>Acetabularia dentata</i> Solms-Laubach	Ацетабулария зубчатая
---	-----------------------



<p>1, 3. Habit. 2. Rays with dentate apices. 4. Habitat, in low intertidal (Okinawa, Japan).</p> <p>Thallus small, to 2 cm high, rarely solitary, mostly gregarious, umbrella-like shaped, green to light bluish-green, heavily calcified. Disc solitary, flat, shallow-dish shaped, (cap-shaped in young plants), (1) –2–5 mm diam., of 18–30 (–38) clavate rays. Outer margin of ray rounded or truncate with central tooth. Corona superior consisting of irregularly rectangular coronal segments at base of each ray on the upper surface of the disc, 100–110 (–120) mm long, 40–55 mm wide, with 2–3 (–4) hair scars in uniseriate rows. Corona inferior with coronal segments, 62–70 mm long, 48–55 mm wide with outer deeply emarginated or bilobed margins (rarely trilobed). Gametangia are mature rays; cysts spherical 75–85 (–100) mm diam. Stipe 280–400 mm diam., 0.4–1.2 cm high, heavily calcified. Attachment by small, inconspicuous holdfast. Growing on hard substrates, often on dead coral fragments at shallow calm sites.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> In subtropics and tropics of Pacific Ocean.</p>	<p>1, 3. Внешний вид. 2. Верхушки лучей. 4. В нижней литорали (о-в Окинава, Япония).</p> <p>Слоевище до 2 см выс., обычно в группах, зонтовидное, от зеленого до светлого голубовато-зеленого цвета, сильно кальцинированное. Диск одиночный, плоский, мелкий тарелкообразный (шляпкообразный у молодых растений), (1) –2–5 мм в диам., состоящий из 18–30 (–38) булавовидных лучей. Наружные края лучей округлые или усеченные с зубцом посередине. Верхняя корона состоит из неправильно прямоугольных коронковых сегментов в основании каждого луча (на верхней поверхности диска) с 2–3 (–4) рубцами от волосков (в однорядных сериях). Нижняя корона состоит из сегментов 62–70 мкм дл., 48–55 мкм шир. с наружными глубоко выемчатыми или двухлопастными краями. Гаметангии – зрелые лучи, содержащие сферические цисты 75–85 (–100) мкм в диам. Ножка 0.4–1.2 мм выс., с маленькой подошвой. Растет на твердых субстратах, на мелководье.</p> <p><i>Распространение.</i> В субтропических и тропических водах Тихого океана.</p>
--	---

<p><i>Acetabularia ryukyuensis</i> Okamura & Yamada</p>	<p><i>Ацетабулария Рюкю</i></p>
	
<p>1. Habit. 2, 3. Habitat, upper subtidal, (Okinawa Island, Japan).</p> <p>Thallus in clusters, umbrella-shaped, moderately calcified, to 6 cm high. Discs bright green to dark green, to 1.5 cm diam., cap cone-shaped when young and cap-shaped when older, of 62–72 rays. Outer margins of rays rounded or truncated. Corona superior (on dorsal side of the disc, at the base of rays) consist of oblong projections, 37 mm diam., 175 mm long, with 5–7 hair scars, 12–20×20–25 mm. Corona inferior (underside base of rays) consist of palisade-like projections, 180–200 mm long, 180–200 mm wide at base and 50–60 mm wide near round apices. Stalk grayish-white, to 6 cm high, 300 mm diam. at base and 500 mm above, heavily calcified. Rhizoids to 1 mm long, branched irregularly dichotomously. Immature thallus consists of long stalk with series (5–6 levels) of hair scars below and whorls of branching filaments above. Growing on stones, mostly on coral fragments and blocks, on dead shells in shallow sheltered pools and in the upper subtidal along seagrass associations on sandy bottom.</p> <p><i>Note.</i> The alga is used in folk medicine.</p> <p><i>Distribution.</i> Japan (Ryukyu Archipelago), Philippines.</p>	<p>1. Внешний вид. 2, 3. Верхняя сублитораль (о-в Окинава, Япония).</p> <p>Слоевище в группах, зонтовидное, умеренно кальцинированное, до 6 см выс. Диски от ярко- до темно-зеленого цвета, до 1.5 см в диам., конусовидные у молодого слоевища и чашевидные (из 62–72 лучей) у взрослого. Наружные края лучей округлые или усеченные. Верхняя корона (на верхней стороне диска, у основания каждого луча) состоит из продолговатых выступов с 5–7 волосками или рубцами от волосков, 12–20×20–25 мкм. Нижняя корона (нижняя сторона диска у основания лучей) состоит из палисадовидных выростов 180–200 мкм дл., 50–60 мкм шир. ножка серовато-белого цвета, до 6 см выс., 300 мкм в диам. у основания и 500 мкм в диам. вверху. Ризоиды до 1 мм дл., неправильно дихотомически разветвленные. Молодое слоевище состоит из длинной ножки с серией (5–6 уровней) рубцов на ней от волосков (внизу) и мутовок разветвленных нитей (вверху). Растет на песчаном грунте с камнями, обломками кораллов и ракушек в верхней сублиторали, вдоль зарослей морской травы.</p> <p><i>Распространение.</i> Япония (острова Рюкю), Филиппины.</p>

ЛИТЕРАТУРА

- Бабенко А.И. Конструкции водорослевых плантаций в Приморье // Рыб. хоз-во. 1981. № 10. С. 68–69.
- Барабанова А.О., Ермак И.М., Глазунов В.П., Исаков В.В., Титлянов Э.А., Соловьева Т.Ф. Сравнительная характеристика каррагинанов, выделенных из вегетативной и репродуктивной форм водоросли *Tichocarpus crinitus* (Gmel.) Rupr. (Rhodophyta, Tichocarpaceae) // Биохимия. 2005. Т. 70, № 3. С. 430–437.
- Барабанова А.О., Тищенко И.П., Глазунов В.П., Яковлева И.М., Соловьева Т.Ф., Зарубина Н.В., Блохин М.Г., Ермак И.М. Химический состав полисахаридов красной водоросли *Tichocarpus crinitus* (Tichocarpaceae), собранной в разных районах залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2010. Т. 36, №3. С. 200–206.
- Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 355 с.
- Бухрякова Л.К., Леванидов И.П. Химический состав ламинариевых Сахалино-Курильского района // Раст. ресурсы. Л.: Наука, 1969. С. 183–187.
- Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. Л.: Наука, 1979. 147 с.
- Дембицкий В.М., Розенцвет О.А., Печенкина Е.Е. Липиды морских водорослей-макрофитов. I. Жирнокислотный и фосфолипидный состав Rhodophyta // Химия природн. соедин. 1990. № 1. С. 113–115.
- Зенкевич Л., Коробкина Г. Дары моря. М.: Экономика, 1968. 215 с.
- Зинова А.Д. Определитель красных водорослей северных морей СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 220 с.
- Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.; Л.: Наука, 1967. 398 с.
- Калугина-Гутник А.А., Миронова Н.В., Рындина Д.Д. Сезонные изменения содержания агара в слоевищах черноморской грацилярии. Проблемы производства продукции из красных и бурых водорослей: Всесоюз. семинар. Владивосток, 1987. С. 10–12.
- Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. М.: МГУ, 1989. 200 с.
- Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Пищ. пром-сть, 1981. 113 с.
- Клочкова Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования. Владивосток: Дальнаука, 1995. 291 с.
- Кретович В.Л. Основы биохимии растений. М.: Изд-во «Высш. шк.», 1971. 464 с.
- Лапшина А.А., Иванова Е.Г., Титлянов Э.А., Усов А.И. Агар из приморской неприкрепленной водоросли *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. // Биоорг. хим. 1991. Т. 17, № 11. С. 1494–1499.
- Лапшина А.А., Белокопытов С.В., Иванова Е.Г., Титлянов Э.А. Содержание и свойства агара у неприкрепленной формы *Gracilaria verrucosa* в зависимости от интенсивности роста талломов и условий обитания // Биол. моря. 1993. № 5/6. С. 107–117.
- Лонгинов В.В. Очерки литодинамики океана. М.: Наука, 1973. 244 с.
- Мирошников В.И. Зостера как промышленное сырье // Прикладная химия. 1940. Т. 13, № 10. С. 1477–1489.
- Перестенко Л.П. Водоросли Залива Петра Великого. Ленинград: Наука, 1980. 231 с.
- Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. Санкт-Петербург: Изд-во «Ольга», 1994. 331 с.

- Подкорытова А.В., Буянкина С.К. Характеристика культивируемой ламинарии японской и ее использование в кулинарии // Рыб. хоз-во. 1986. № 5. С. 66–68.
- Подкорытова А.В., Кадникова И.А., Усов А.И. Красная водоросль *Chondrus armatus* (Harv.) Okam. (Gigartinales), ее химический состав, содержание каррагинана // Раст. рес. 1994. Вып. 1–2. С. 79–88.
- Репина О.И., Муравьева Е.А., Подкорытова А.В. Химический состав промысловых бурых водорослей Белого моря // Труды ВНИРО. 2004. Т. 143. С. 93–99.
- Суховеева М. В. Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. 243 с.
- Титлянов Э.А. Адаптация водорослей и кораллов к свету: Дис. д-ра биол. наук. Севастополь, 1983. 606 с.
- Титлянов Э.А. Зооксантеллы в герматипных кораллах: жизненная стратегия. Владивосток: Дальнаука, 1999. 63с.
- Титлянов Э.А., Пешеходько В.М. О транспорте ассимилятов в талломах морских прикрепленных водорослей // Транспорт ассимилятов и отложение веществ в запас у растений. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973. С. 137–140.
- Титлянов Э.А., Титлянова Т.В. Рифостроящие кораллы – симбиотические автотрофные организмы. 1. Общие черты строения, способы питания, светозависимое распределение на шельфе // Биол. моря. 2002. Т. 28, № 4. С. 239–253.
- Титлянов Э.А., Титлянова Т.В. Конкурентные взаимоотношения водорослей и кораллов на поврежденных рифах // Биол. моря. 2008. Т. 34, № 4. С. 235–255.
- Титлянов Э.А., Титлянова Т.В. Культивирование морских водорослей: способы и проблемы // Биол. моря. 2010. Т. 36, № 4. С. 235–245.
- Титлянов Э.А., Ле Нгуен Хуеу, Нечай Е.Г. и др. Дневные изменения физиологических параметров фотосинтеза и темнового дыхания в морских водорослях рода *Sargassum* из Южного Вьетнама // Биол. моря. 1983. №3. С. 39–48.
- Титлянов Э.А., Колмаков П.В., Лелеткин В.А., Воскобойников Г.М. Новый тип адаптации водных растений к свету // Биол. моря. 1987. №. 2. С. 48–57.
- Титлянов Э.А., Новожилов А.В., Чербаджи И.И. Анфельция тобучинская. М.: Наука, 1993. 223 с.
- Титлянов Э.А., Титлянова Т.В., Скрипцова А.В. Первый опыт плантационного культивирования не прикрепленной формы агароносной водоросли грацилярии в России // Биол. моря. 1995. Т. 21, № 2. С. 146–156.
- Усов А.И. Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей // Химия растительного сырья. 2001. № 2. С. 7–20.
- Усов А.И., Клочкова Н.Г. Бурые водоросли Камчатки как источник маннита // Биоорг. химия. 1994. Т. 20, № 11. С. 1236–1241.
- Усов А.И., Смирнова Г.П., Клочкова Н.Г. Полисахариды водорослей. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки // Биоорг. химия. 2001. Т. 27. С. 444–448.
- Хотимченко С.В. Фосфолипиды морских водорослей // Химия природных соединений. 1985. № 3. С. 404–405.
- Хотимченко С.В. Липиды морских водорослей-макрофитов и трав. Структура, распределение, анализ. Владивосток: Дальнаука, 2003. 230 с.
- Ширяева И.Н. Состояние работ и перспективы развития марикультуры в Приморском крае // Опыт культивирования морских объектов. Владивосток, 1981. С. 4–10.
- Шмелькова Л.П., Митина Л.Л., Зимица Л.С. Химический состав некоторых видов бурых водорослей // Исслед. по технол. рыб. продуктов. Владивосток: ТИНРО, 1973. Вып. 4. С. 80–85.
- Abbott I.A., Hollenberg G.J. Marine algae of California. Stanford, California: Stanford University Press, 1976. 827 p.
- Abbott I.A., Huisman J.M. Marine green and brown algae of the Hawaiian Islands // Bishop Museum Bulletin in Botany. 2004. N 4. P. 1–259.
- Acleto C.O. The seaweeds resources of Peru // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 343–346.
- Aguilera-Morales M., Casas-Valdes M., Carrillo-Dominiguez S., Gonzáles-Acosta, Pérez-Gil F. Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. As a potential food source // J. Food Compos. Analysis. 2005. Vol. 18(1). P. 79–88.

- Akirim D. On overview of the seaweed industry and trade in Indonesia // Abstracts 19th International Seaweed Symposium. Kobe. March 26–31. Kobe, 2007. P. 100.
- Alcantara L.B., Calumpong H.P., Martinez-Goss M.R., Menez E.G., Israel A. Comparison of the performance of agarophyte *Gracilariopsis bailinae* and in the milkfish, *Chanos chanos*, in mono- and biculture // Hydrobiologia. 1999. N 398/399. P. 443–453.
- Alvarez-Hernández S., De Lara-Isassi G., Arreguín-Espinoza R., Arreguín B., Hernández-Santoyo A., Rodríguez-Romero A. Isolation and partial characterization of giraffine, a lectin from the Mexican endemic alga *Codium giraffa* Silva // Bot. Mar. 1999. Vol. 42, N 6. P. 573–580.
- Alveal K. The seaweed resources of Chile. In: Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: Japan Int. Coop. Agency, 1998. P. 347–363.
- Alveal K., Romo H., Werlinger C., Oliveira E.C. Mass cultivation of the agar producing alga *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) from spores // Aquaculture. 1997. 148. P. 77–88.
- Alveal K., Werlinger C., Romo H. Diversity and management of Chilean commercial seaweeds: Aspects to be considered for its sustainable use // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe. March 26–31. Kobe, 2007. P. 75.
- Ambrosio A.L., Sanz L., Sánchez E.I., Wolfenstein-Todel C., Calvete J.J. Isolation of two novel mannan- and L-fucose-binding lectins from the green alga *Enteromorpha prolifera*: biochemical characterization of EPL-2 // Arch. Biochem. Biophys. 2003. Vol. 415. P. 245–250.
- Amimi A., Mouradi A., Bennasser L., Givernaud T. Seasonal variations in thalli and carrageenan composition of *Gigartina pistillata* (Gmelin) Stackhouse (Rhodophyta, Gigartinales) harvested along the Atlantic coast of Morocco // Phycol. Res. 2007. Vol. 55, N 2. P. 143–149.
- Aminina N., Vostroknutov A., Kadnikova I., Guruleva O., Vishnevskaya T. Biological activity of algae from Far-Eastern coast of Pacific // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe. March 26–31. Kobe, 2007. P. 201.
- Anggadiredja J., Andyani R., Hayati, Muawanah. Antioxidant activity of *Sargassum polycystum* (Phaeophyta) and *Laurencia obtusa* (Rhodophyta) from Seribu Islands // J. Appl. Phycol. 1997. Vol. 9. P. 477–479.
- Antonopoulou S., Karantonis H., Nomikos T., Oikonomou A., Fragopoulou E., Pantasidou A. Bioactive polar lipids from *Chroococcidiopsis* sp. (Cyanobacteria) // Comparative Biochem. Physiol. Part B: Biochem. Molec. Biol. 2005. Vol. 142, N 3. P. 269–282.
- Araki S., Eichenberger W., Sakurai T., Sato N. Diacylglycerylhydroxymethyl-trimethyl-b-alanine (DGTA) and phosphatidylcholine in brown algae // Plant Cell Physiol. 1991. Vol. 32, N 5. P. 623–628.
- Arasaki S., Arasaki T. Vegetables from the Sea of Japan. Tokyo: Japan Publ. Inc., 1983. 193 p.
- Armisen R., Galatas F. Production, properties and uses of agar // Production and utilization of products from commercial seaweeds / McHugh D.J. (Ed.). FAO Fish. Tech. Pap. 1987. Vol. 288. P. 1–57.
- Ask E.J., Azanza R.V. Advances in cultivation technology of commercial eucheumatoid species: a review with suggestions for future research // Aquaculture. 2002. Vol. 206. P. 257–277.
- Atkinson M.J. Biogeochemistry of nutrients // Coral reefs: An ecosystem in transition / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 2011. P. 199–206.
- Atkinson M.J., Falter J.L. Coral reefs // Biogeochemistry of marine systems / Black K., Shimmield J. (Eds). CRC Press, Boca Raton, 2003. P. 40–64.
- Aydoğmus Z., Imre S., Ersoy L., Wray V. Halogenated secondary metabolites from *Laurencia obtusa* // Nat. Prod. Res. 2004. Vol. 18, N 1. P. 43–49.
- Baba M., Snoeck R., Pauwels R., de Clercq E. Sulphated polysaccharides are potent and selective inhibitors of various enveloped viruses, including herpes simplex virus, cytomegalovirus vesicular stomatitis virus, and human immunodeficiency virus // Antimicrob. Agents Chemother. 1988. Vol. 32, N 11. P. 1742–1745.
- Balansard G., Pellegrini M., Cavalli C., Timon-David P., Gasquet M. Diagnose et action anti-helminthique de la Mousse de Corse *Alsidium helminthocorton* Kützinger, de *Jania rubens* Lamour, et *Corallina officinalis* L. // Ann. Ph. Fr. 1983. Vol. 41. P. 77–86.
- Balasse M., Tresset A., Dobney K., Ambrose S.H. The use of isotope ratios to test for seaweed eating in sheep // J. Zool. (Lond). 2005. Vol. 266. P. 283–291.
- Benevides N.M., Holanda M.L., Melo F.R., Pereira M.G., Monteiro A.C.O., Freitas A.L.P. Purification and portion characterization of the lectin from the marine green alga *Caulerpa cupressoides* (Vahl) C. Ag. // Bot. Mar. 2001. Vol. 44, N 1. P. 17–22.
- Bergman B., Gallon J.R., Rai A.N., Stal L.J. N₂ fixation by non-heterocystous cyanobacteria // FEMS Microbiology reviews. 1997. Vol. 19. P. 139–185.

- Berry J.P., Gantar M., Gawley R.E., Wang M., Rein K.S. Pharmacology and toxicology of pahayokolide A, a bioactive metabolite from a freshwater species of *Lyngbya* isolated from the Florida Everglades // Comparative Biochemistry and Physiology. Part C: Toxicology & Pharmacology. 2004. Vol. 139, N 4. P. 231–238.
- Bhaskar N., Miyashita K. Lipid composition *Padina tetrastromatica* (Dictyotales, Phaeophyta), a brown seaweed of the west coast of India // Indian J. Fish. 2005. Vol. 52. P. 263–268.
- Bidwell R.G.S., McLachlan J., Lloyd H. Tank cultivation of Irish moss, *Chondrus crispus* Stackh. // Bot. Mar. 1985. Vol. 28. P. 87–97.
- Bird K.T., Chynoweth D.P., Jerger D.E. Effects of marine algal proximate composition on methane yields // J. Appl. Phycol. 2005. Vol. 2, N 3. P. 207–213.
- Bisalputra T., Bisalputra A.A. 1969. The ultrastructure of chloroplast of a brown alga *Sphacelaria* sp. I. Plastid DNA configuration – the chloroplast genophore // J. Ultrastruct. Res. Vol. 29, N 1. P. 151–170.
- Bold H.C., Wynne M.J. Introduction to the Algae. Structure and Reproduction: 2nd Edition. New York: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1978. 706 p.
- Bolton J.J., Robertson-Andersson D.V., Shuuluka D. Growing *Ulva* (Chlorophyta) in integrated systems as a commercial crop for abalone feed in South Africa: SWOT analysis // J. Appl. Phycol. 2008. Vol. 21, N 5. P. 575–583.
- Boney A.D. A biology of marine algae. London: Hutchinson Educational, 1966. 148 p.
- Børgesen F. Some marine algae from Mauritius. 1. Chlorophyceae // K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Meddel. 1940. Vol. 15, N 4. P. 1–81.
- Børgesen F. Some marine algal flora from Mauritius. An additional list to part 1. Chlorophyceae // K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Meddel. 1948. Vol. 20, N 6. P. 1–64.
- Britz P.J. The suitability of selected protein sources for inclusion in formulated diets for the South African abalone, *Haliotis midae* // Aquaculture. 1996. Vol. 140. P. 63–73.
- Brodie J., Maggs C.A., John D.M. Green seaweeds of Britain and Ireland. London: British Phycological Society, 2007. 242 p.
- Brown M.T. The seaweed resources of New Zealand // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 127–137.
- Bui M.L., Ngo Q.B., Nguyen D.N., Pham D.T., Tran T.V. Research on production of fucoidan from vietnamese brown seaweeds // Collection of scientific and technological reports. The 22th Anniversary of Institutional Foundation (1985–2007). Nha Trang, 2007. P. 318–326. (In Vietnamese with Abstract in English).
- Buriyo A.S., Kivaisi A.K. Standing stock, agar yield and properties of *Gracilaria salicornia* harvested along the Tanzanian Coast. Western Indian Ocean // J. Mar. Sci. 2003. Vol. 2, N 2. P. 171–178.
- Burja A.M., Banaigs B., Abou-Manzour E., Grant Burgess J., Wright P.C. Marine cyanobacteria – a prolific source of natural products // Tetrahedron Report. 2001. Vol. 57, N 46. P. 9347–9377.
- Burkepile D.E., Hay M.E. Herbivore vs. nutrient control of marine primary producers: context-dependent effects // Ecology. 2006. Vol. 87. P. 3128–3139.
- Burrows, E.M. Seaweeds of the British Isles. Volume 2. Chlorophyta. London: Natural History Museum Publications, 1991. 238 p.
- Buschmann A.H., Gomez P. Interaction mechanism between *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) and epiphytes // Hydrobiologia. 1993. Vol. 260/261. P. 345–351.
- Buschmann A.H., Schulz J., Vergara P.A. Herbivory and epiphytism in a *Gracilaria* intertidal bed in southern Chile // Ecology of Marine Aquaculture / Koop K. (Ed.). Stockholm: Int. Found. for Science, 1994a. P. 48–58.
- Buschmann A.H., Mora O.A., Gómez P., Böttger M., Buitano S., Retamales C., Vergara P.A., Gutierrez A. *Gracilaria chilensis* outdoor tank cultivation in Chile: use of land-based salmon culture effluents // Aquac. Eng. 1994b. Vol. 13. P. 283–300.
- Buschmann A.H., Westermeier R., Retamales C.A. Cultivation of *Gracilaria* on the sea-bottom in southern Chile: a review // J. Appl. Phycol. 1995. Vol. 7. P. 291–301.
- Buschmann A.H., Lopez D.A., Medina A. A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile // Aquac. Eng. 1996a. Vol. 15. P. 397–421.
- Buschmann A.H., Troell M., Kautsky N., Kautsky L. Integrated tank cultivation of salmonids and *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) // Hydrobiologia. 1996b. Vol. 326/327. P. 75–82.
- Buschmann A.H., Retamales C.A., Figueroa C. Ceramiallean epiphytism in an intertidal *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) bed in southern Chile // J. Appl. Phycol. 1997a. Vol. 9, N 2. P. 129–135.

- Buschmann A.H., Briganti F., Retamales C.A. Intertidal cultivation of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) in southern Chile: long term invertebrate abundance patterns // *Aquaculture*. 1997b. Vol. 156. P. 269–278.
- Buschmann A.H., Correa J.A., Beltrán J., Retamales C.A. Determinants of disease expression and survival of infected individual fronds in wild populations of *Mazzaella laminarioides* (Rhodophyta) in central and southern Chile // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1997c. Vol. 154. P. 269–280.
- Buschmann A.H., Correa J.A., Westermeier R., Hernández-González M.C., Norambuena R. Red algal farming in Chile: a review // *Aquaculture*. 2001a. Vol. 194. P. 203–220.
- Buschmann A.H., Correa J.A., Westermeier R., Paredes M.A., Aedo D., Potin P., Aroca G., Beltrán J., Hernández-González M. Cultivation of *Gigartina skottsbergii* (Gigartinales, Rhodophyta): Recent advances and challenges for the future // *J. Appl. Phycol.* 2001b. Vol. 13. P. 253–265.
- Calumpong H.P., Maypa A., Magbanua M., Suarez P. Biomass and agar assessment of three species of *Gracilaria* from Negros Island, central Philippines // *Hydrobiologia*. 1999. Vol. 398/399. N 6. P. 173–181.
- Capinpin E.C. Jr., Corre K.G. Growth rate of the Philippine abalone, *Haliotis asinina* fed an artificial diet and macroalgae // *Aquaculture*. 1996. Vol. 144, N 1–3. P. 81–89.
- Capinpin E.C. Jr., Toledo J.D., Encena V.C., Doi M. Density dependent growth of the tropical abalone *Haliotis asinina* in cage culture // *Aquaculture*. 1999. Vol. 171, N 3–4. P. 227–235.
- Capo T.R., Jaramillo J.C., Boyd A.E., Lapointe B.E., Serafy J.E. Sustained high yields of *Gracilaria* grown in large-scale culture // *J. Appl. Phycol.* 1999. Vol. 1. P. 143–147.
- Capone D.G., Taylor B.F. N_2 fixation in the rhizosphere of *Thalassia testudinum* // *Can. J. Microbiol.* 1980. Vol. 26. P. 998–1005.
- Carmona R., Kraemer G.P., Zertuche G.A., Chanes L., Chopin T., Neefus C., Yarish C. Exploring *Porphyra* species for use as nitrogen scrubbers in integrated aquaculture // *J. Phycol.* 2001. Vol. 37. P. 9–10 (Supplement).
- Cecere E. The seaweed resources of Italy // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 245–257.
- Chapman M. G., People J., Blockley D. Intertidal assemblages associated with *Corallina* turf and invasive mussel beds // *Biodiversity Conserv.* 2005. Vol. 14, N 7. P. 1761–1776.
- Chapman V.J., Chapman D.J. Seaweeds and their uses. London; New York: Chapman and Hall, 1980. 334 p.
- Chengkui Z. (Tseng C.K.), Junfu Z. (Chan C.F.). Chinese seaweed in herbal medicine // 11th International Seaweed Symposium / Bird C.J., Ragan M.A., (Eds). Dordrecht; Boston; Lancaster: Dr. W. Junk Publishers, 1984. P. 135–140.
- Chernikov O.V., Chikalovets I.V., Molchanova V.I., Pavlova M.A., Lukyanov P.A. Algae of Peter the Great Bay of the Sea of Japan as a source of lectins // *Rus. J. Mar. Biol.* 2007. Vol. 33, N 5. P. 329–332.
- Chiang, Y.-M. Marine algae of Northern Taiwan (Cyanophyta, Chlorophyta, Phaeophyta) // *Taiwania*. 1960. Vol. 7. P. 51–75.
- Chisholm J.R.M. Primary productivity of reef-building crustose coralline algae // *Limnology and Oceanography*. 2003. Vol. 48, N 4. P. 1376–1387.
- Chkhikvishvili I.D., Ramazanov Z.M. Phenolic substances of brown algae and their antioxidant activity // *J. Appl. Biochem. Microbiol.* 2000. Vol. 36, N 3. P. 28–291.
- Choi H.G., Kim Y.S., Kim J.H., Lee S.J., Park E.J., Ryu J., Nam K.W. Effects of temperature and salinity on the growth of *Gracilaria verrucosa* and *G. chorda*, with the potential for mariculture in Korea // *J. Appl. Phycol.* 2006. Vol. 18. P. 269–277.
- Chopin T., Sharp G., Belyea E., Semple R., Jones D. Open-water aquaculture of the red alga *Chondrus crispus* in Prince Edward Island, Canada // *Hydrobiologia*. 1999. Vol. 398/399. P. 417–425.
- Chow F., Macciavello J., Santa Cruz S., Fonck O. Utilization of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) as biofilter in the depuration of effluents from tank cultures of fish, oyster and sea urchins // *J. World Aquac. Soc.* 2001. Vol. 32. P. 214–220.
- Chung H.Y., Ma W.C.J., Ang Jr P.O., Kim J.-S., Cheng F. Seasonal variations of bromophenols in brown algae (*Padina arborescens*, *Sargassum siliquastrum*, and *Lobophora variegata*) collected in Hong Kong // *J. Agric. Food Chem.* 2003. Vol. 51, N 9. P. 2619–2624.
- Ciancia M., Kasulin L., de Dios A., Cerezo A.S., Estevez J.M. Complex cell walls from coenocytic seaweeds *Codium fragile* and *C. vermilara* containing sulfated arabinogalactans, hydroxyproline-rich glycoprotein epitopes (AGPS/EXTENSINS), and b-mannans // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe*. March 26–31. Kobe, 2007a. P. 145.

- Ciancia M., Quintana I., Vizcargüénaga M.I., Kasulin L., de Dios A., Estevez J.M., Cerezo A.S. Polysaccharides from the green seaweeds *Codium fragile* and *C. vermilara* with controversial effects on hemostasis // Int. J. Biol. Macromol. 2007b. Vol. 41, N 5. P. 641–649.
- Coffaro G., Sfriso A. Simulation model of *Ulva rigida* growth in shallow water of the Lagoon of Venice // Ecol. Model. 1997. Vol. 102. P. 55–66.
- Cohen I., Neori A. *Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluent. I. Ammonia uptake kinetics and nitrogen contents // Bot. Mar. 1991. Vol. 34. P. 475–482.
- Cole K.M., Sheath R.G. (Eds). Biology of the red algae. Cambridge: Cambr. Univ. Press, 1990. 517 p.
- Cordover R. Seaweed Agronomy // Cropping in inland saline groundwater evaporation basins / RIRDC. Australian Government. Kingston, 2007. 52 p.
- Correa J.A., Flores V. Whitening, thallus decay and fragmentation in *Gracilaria chilensis* associated with an endophytic amoeba // J. Appl. Phycol. 1995. Vol. 7. P. 421–425.
- Craigie J.S. Storage products // Algal physiology and biochemistry. Stewart W.D.P. (Ed.) Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1974. P. 206–235.
- Craigie J.S. Cell walls // Biology in a red algae / K.M. Cole, R.Y. Sheats (Eds). Cambridge: Cambr. Univ. Press, 1990. P. 221–257.
- Critchley A.T. *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta): An economically important agarophyte // Seaweed Cultivation and Marine Ranching / Ohno M., Critchley A.T. (Eds). Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 98–113.
- Critchley A.T., Ohno A.M. (Eds). Seaweed resources of the World. Yokosuka: Jap. Int. Coop. Agency, 1998. 432 p.
- Crossland C.J. Dissolved nutrients in coral reef waters // Perspectives in coral reefs / Barnes D.J. (Ed.); Australian Institute of Marine Science. Brian Couston Publishers, 1983. P. 56–68.
- Crossland C.J., Hatcher B.G., Smith S.V. Role of coral reefs in global ocean production // Coral Reefs. 1991. Vol. 10. P. 55–64.
- Crouch I.J., Van Staden J. Evidence for rooting factors in a seaweed concentrate prepared from *Ecklonia maxima* // J. Plant. Physiol. 1999. Vol. 137. P. 319–322.
- Cuzon G., Guillaume L., Cahu C. Composition, preparation and utilization of feeds for crustaceans // Aquaculture. 1994. Vol. 124. P. 253–267.
- Daume S. The roles of bacteria of micro and macroalgae in abalone aquaculture. A review // J. Shellfish Res. 2006. Vol. 25. P. 151–157.
- Daume S., Davidson M., Ryan S., Parker F. Comparisons of rearing systems based on algae or formulated feed for juvenile greenlip abalone (*Haliotis laevis*) (Report) // J. Shellfish Res. 2007. Vol. 26, N 3. P. 729–735.
- Davyt D., Fernandez R., Suescun L. et al. Bisabolanes from the red alga *Laurencia scoparia* // J. Nat. Prod. 2006. Vol. 69, N 7. P. 1113–1116.
- Dawes C.J., Mathieson A.C. The seaweeds of Florida. Gainesville, Florida: Univ. Press of Florida, 2008. 592 p.
- Dawson E.Y. Marine plants in the Vicinity of the Institut Océanographique de Nha Trang, Viet Nam // Pac. Sci. 1954. Vol. 8. P. 372–469.
- Dawson E.Y. Some marine algae of the southern Marshall Islands // Pac. Sci. 1956. Vol. 10. P. 25–66.
- Dawson E.Y. An annotated list of marine algae from Eniwetok Atoll, Marshall Islands // Pac. Sci. 1957. Vol. 11. P. 92–132.
- Dawson E.Y. Plantas marinas de la zona de las mareas de El Salvador // Pac. Naturalist. 1961. Vol. 2, N 7. P. 389–461.
- D'Elia C., Wiebe W. Biogeochemical nutrient cycles in coral reef ecosystems // Coral reefs: ecosystems of the world series / Dubinsky Z. (Ed.) Amsterdam: Elsevier Science, 1990. Vol. 25. P. 49–74.
- De Padua M., Growoski Fontoura P.S., Mathias A.L. Chemical composition of *Ulva oxysperma* (Kützinger) Bliding, *Ulva lactuca* Linnaeus and *Ulva fasciata* (Delile) // Brazilian Arch. Biol. Technol. 2004. Vol. 47, N 1. P. 49–55.
- De Roeck-Holtzhauer Y., Quere I., Claire C. Vitamin analysis of five planktonic microalgae and one macroalga // J. Appl. Phycol. 1991. Vol. 3, N 3. P. 259–264.
- Debonsi Navickiene H.M., Felicio R., Maciel P.C.V., Rodrigues A.H.B., Ambrósio D.L., Cicarelli R.M.B., Yokoya N.S. Cytotoxic and anti-protozoan activities from species of *Bostrychia* and *Centroceras* (Rhodophyta, Ceramiales) // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe. 2007. March 26–31. Kobe, 2007. P. 149.

- Demetropoulos C.L., Langdon C.J. Enhanced production of Pacific dulse (*Palmaria mollis*) for co-culture with abalone in a long-based system: nitrogen, phosphorus and trace metal nutrition // *Aquaculture*. 2004. Vol. 235. P. 433–455.
- Deslandes E., Floch L., Bodeau-Bellion C., Brault D., Braud J.P. Evidence for I-carrageenans in *Solieria chordales* (Solieriaceae) and *Calliberpharis jubata*, *Calliberpharis ciliata*, *Cystochonium purpureum* (Rhodophyllales) // *Bot. Mar.* 1985. Vol. 28. P. 317–318.
- DeWreede R. Biomechanical properties of coenocytic algae (Chlorophyta, Caulerpales) // *Sci. Asia*. 2006. Vol. 32, N 1. P. 57–62.
- Diaz-Pulido G., McCook L. The fate of bleached corals: patterns and dynamics of algal recruitment // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2002. Vol. 232. P. 115–126.
- Diaz-Pulido G., McCook L., Larkum A.W.D., Lotze H.K., Raven J.A., Schaffelke B., Smith J.E., Steneck R.S. Vulnerability of macroalgae of the Great Barrier Reef to climate change // *Climate change and the Great Barrier Reef* / Marshall P.A., Johnson J. (Eds). Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2007. P. 153–192.
- Dipakkore S., Reddy C.R.K., Jha B. Production and seeding of protoplasts of *Porphyra okhaensis* (Bangiales, Rhodophyta) in laboratory culture // *J. Appl. Phycol.* 2005. Vol. 17. P. 331–337.
- Doeschate K.I., Coyne V.E. Improved growth rate in farmed *Halotis midae* through probiotic treatment // *Aquaculture*. 2008. Vol. 284. P. 174–179.
- Dong J.D., Wang H.K., Zhang S., Huang L.M. Vertical distribution characteristics of seawater temperature and DIN in Sanya Bay // *Tropic Oceanol.* 2002a. Vol. 21, N 1. P. 40–47.
- Dong J.D., Wang H.K., Zhang S., Huang L.M., Wang Z.D. Marine nitrogen-fixing organisms and their contribution to the N and C requirement for marine biological production // *Acta Ecol. Sinica*. 2002b. Vol. 22. P. 1741–1749.
- Dong J.D., Zhang Y.Y., Wang Y.S. Species and community development of marine Cyanobacteria in Sanya Bay, South China Sea // *Tropic Oceanol.* 2006. Vol. 25, N 3. P. 40–46.
- Dong J., Wang Y., Zhang Y. Spatial and seasonal variations of Cyanobacteria and their nitrogen fixation rates in Sanya Bay, South China Sea // *Scientia Marina*. 2008. Vol. 72, N 2. P. 239–251.
- Dong M.L., Tseng C.K. Studies on the Dasycladales (Chlorophyta) of China // *Chin. J. Oceanol. Limnol.* 1985. Vol. 3. P. 1–20.
- Dubinsky Z., Falkowski P. Light as a source of information and energy in zooxanthellate corals // *Coral reefs: an ecosystem in transition* / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 2011. P. 107–118.
- Duffy J.E. Ecology and evolution of herbivory by marine amphipods // *ASFA 1: Biological Sciences and Living Resources*. 1990. Vol. 51. P. 1–150.
- Duffy J.E., Hay M.E. Seaweed adaptations to herbivory // *Bioscience*. 1990. Vol. 40. P. 368–375.
- Durairatnam M. Contribution to the study of the marine algae of Ceylon // *Fish. Res. Stat. Dept. Fish. Ceylon Bull.* 1961. Vol. 10. P. 1–181.
- Egerod, L.E. An analysis of the siphonous Chlorophycophyta. With special reference to the Siphonocladales, Siphonales, and Dasycladales of Hawaii // *Univ. Calif. Publ. Botany*. 1952. Vol. 25. P. 325–354.
- Eichenberger W., Araki W., Muller D.G. 1993. Betaine lipids and phospholipids in brown algae // *Phytochemistry*. 34(5). P. 1323–1333.
- Ekloef J.S., Henriksson R., Kautsky N. Effects of tropical open-water seaweed farming on seagrass ecosystem structure and function // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2006. Vol. 325. P. 73–84.
- Ellouali M., Boisson-Vidal C., Durand P., Josefowicz J. Antitumor activity of low molecular weight fucans extracted from brown seaweed *Ascophyllum nodosum* // *Anticancer Res.* 1993. Vol. 13. P. 2011–2019.
- El-Shora H.M., Youssef M.M. Antioxidant activities of *Sargassum* on reactive oxygen species scavenging and inhibition of DNA damage // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe*, 2007. P. 150.
- Erftemeijer P.L.A., Middelburg J.J. Mass balance constraints on nutrient cycling in tropical seagrass beds // *Aquatic Botany*. 1995. Vol. 50. P. 21–36.
- Erickson K.L. Constituents of *Laurencia* // *Marine natural Products: Chemical and biological perspectives* / Scheuer P.J. (Ed.) New York: Academic Press, 1983. Vol. 5. P. 131–257.
- Evans F., Langdon C.J. Co-culture of dulse *Palmaria mollis* and red abalone *Halotis rufescens* under limited flow conditions // *Aquaculture*. 2000. Vol. 185. P. 137–158.

- Evans L.V., Holligan M.S. Correlated light and electron microscope studies on brown algae. II. Physode production in *Dictyota* // New Phytologist. 1972. Vol. 71, N 6. P. 1173–1180.
- Feng Y.Y., Hou L.C., Ping N.X., Ling T.D., Kyo C.I. Development of mariculture and its impacts in Chinese coastal waters // Rev. Fish. Biol. Fish. 2004. Vol. 14. N 1. P. 1–10.
- Fleming A.E. Growth, intake, feed conversion efficiency and chemosensory preference of the Australian abalone, *Haliotis rubra* // Aquaculture. 1995. Vol. 132. P. 297–311.
- Fletcher R.L. Epiphytism and fouling in *Gracilaria* cultivation: An overview // J. Appl. Phycol. 1995. Vol. 7. P. 325–333.
- Fleurence J., Chenard E., Lucon M. Determination of the nutritional value of proteins obtained from *Ulva armoricana* // J. Appl. Phycol. 1999. Vol. 11, N 3. P. 231–239.
- Flodin C., Helidoniotis F., Whitfield F.B. Seasonal variation in bromophenol content and bromoperoxidase activity in *Ulva lactuca* // Phytochemistry. 1999. Vol. 51, N 1. P. 135–138.
- Flodin C., Whitfield F.B. Brominated anisoles and cresols in the red alga *Polysiphonia sphaerocarpa* // Photochemistry. 2000. Vol. 53, N 1. P. 77–80.
- Flores-Aguilar R.A., Gutierrez A., Ellwanger A., Searcy-Bernal R. Development and current status of abalone aquaculture in Chile // J. Shellfish. Res. 2007. Vol. 26, N 3. P. 705–711.
- Flowers A., Bird K. Marine biomass: A long-term methane supply option // Hydrobiologia. 1984. Vol. 116/117, N 1. P. 272–275.
- Fong P., Paul V.J. Coral reef algae // Coral reefs: an ecosystem in transition / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). London; New York: Springer, 2011. P. 241–272.
- Fong P., Zedler J.B., Donohoe R.M. Nitrogen vs. phosphorus limitation of algal biomass in shallow coastal lagoons // Limnol. Oceanogr. 1993. Vol. 38. P. 906–923.
- Francis T.L., Maneveldt G.W., Venter J. Determining the appropriate feeding regime for the South African abalone *Haliotis midae* (Linnaeus) grown on kelp // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 170.
- Fredericq S., Norris J.N., Zimmer E.A., Freshwater D.W., Hommersand M.H. Proposal of the Dumontiales ord. nov. and reinstatement of the Sphaerococcales Sjoestedt emend. based on family complexes previously placed in the marine red algal order Gigartinales // J. Phycol. 1996. Vol. 32, N 3. Suppl. P. 16.
- Frei E., Preston R.D. Non-cellulosic structural polysaccharides in algal cell walls. I. Xylan in siphonous green algae // Proc. Royal Soc. Lond. Ser. B. Biol. Sci. 1964. P. 293–313.
- Freile-Pelegriñ Y., Robledo D. Carrageenan of *Eucheuma isiforme* (Solieriaceae, Rhodophyta) from Nicaragua // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 152.
- Freile-Pelegriñ Y., Robledo D., Armisén R., García-Reina G. Seasonal changes in agar characteristics of two populations of *Pterocladia capillacea* in Gran Canaria, Spain // J. Appl. Phycol. 1996. Vol. 8, N 3. P. 239–246.
- Friedlander M., Levy I. Cultivation of *Gracilaria* in outdoors tanks and ponds // J. Appl. Phycol. 1995. Vol. 7. P. 315–324.
- Fujikawa T., Nakashima K. Occurrence of fucoidan and fucoidan analogues in brown seaweed // J. Agric. Chem. Soc. Jap. 1975. Vol. 49, N 9. P. 451–461.
- Furneaux R.H., Miller I.J., Stevenson T.T. Agaroid from New Zealand members of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) – a novel dimethylated agar // Hydrobiologia. 1990. Vol. 204/205. P. 645–654.
- Gacia E., Littler M.M., Littler D.S. An experimental test of the capacity of food web interactions (fish–epiphytes–seagrasses) to offset the negative consequences of eutrophication on seagrass communities // Estuar. Coastal Shelf Sci. 1999. Vol. 48. P. 757–766.
- Gagne J.A., Mann K.H., Chapman A.R.O. Seasonal patterns of growth and storage in *Laminaria longicuris* in relation to differing patterns of availability of nitrogen in the water // Mar. Biol. 1982. Vol. 69, N 1. P. 91–101.
- Gall L.L., Pien S., Rusig A.M. Cultivation of *Palmaria palmata* (Palmariales, Rhodophyta) from isolated spores in semi-controlled conditions // Aquaculture. 2004. Vol. 229. P. 181–191.
- Ganesan M., Thirupathi S., Jha B. Mariculture of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux in Southeast coast of India // Aquaculture. 2006. Vol. 256. P. 201–211.
- Gerwick W.H., Proteau P.J., Nagle D.G., Hamel E., Blokhin A., Slate D.L. Structure of Curacin A, a novel anti-mitotic, antiproliferative, and Brine shrimp Toxic natural product from the marine Cyanobacterium *Lyngbya majuscula* // J. Org. Chem. 1994. Vol. 59. P. 1243–1245.

- Gevaert F., Davoult D., Creach A., Kling R., Janquin M.-A., Seuront L., Lemoine V. Carbon and nitrogen content of *Laminaria saccharina* in the eastern English Channel: biometrics and seasonal variations // J. Mar. Biol. Ass. UK. 2001. Vol. 81. P. 727–734.
- Glenn E.P., Doty M.S. Growth of the seaweeds *Kappaphycus alvarezii*, *K. striatum* and *Eucheuma denticulatum* as affected by environment in Hawaii // Aquaculture. 1990. Vol. 84. P. 245–255.
- Glynn P.W., Enochs I.C. Invertebrates and their roles in coral reef ecosystems // Coral reefs: an ecosystem in transition / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). Dordrecht; Heidelberg; London; New York: Springer, 2011. P. 273–326.
- Goad L.J., Goodwin T.W. Biosynthesis of plant sterols // Prog. Phytochem. 1972. Vol. 3. P. 113–198.
- Gomez I., Lüning K. Constant short-day treatment of outdoor-cultivated *Laminaria digitata* prevents summer drop in growth rate // Eur. J. Phycol. 2001. Vol. 36. P. 391–395.
- Gonzalez M.A., Barrales H.L., Candia A., Cid L. Special and temporal distribution of dominant epiphytes on *Gracilaria* from a natural subtidal bed in central-southern Chile // Aquaculture. 1993. Vol. 116. P. 135–148.
- Gorham J., Lewey S.A. Seasonal changes in the chemical composition of *Sargassum muticum* // Mar. Biol. 2004. Vol. 80, N 3. P. 103–107.
- Goulard F., Diouris M., E. Deslandes, Floc'h J.Y. An HPLC method for the assay of UDP-glucose pyrophosphorylase and UDP-glucose-4-epimerase in *Solieria chordalis* (Rhodophyceae) // Phytochemical Analysis. 2001. Vol. 12, N 6. P. 363–365.
- Gribble G.W., Gilchirst T.L. (Eds). Progress in Heterocyclic Chemistry. Elsevier: Pergamon, 1999. Vol. 11. 369 p.
- Guella G., Pietra F. Roglolenyne A, B, and C: The first branched marine C₁₅ Acetogenins. Isolation from from the red seaweed *Laurencia microcladia* or the sponge *Spongia zimocca* of Il Rodiolo // Helvetica Chimica Acta. 2004. Vol. 74, N 1. P. 47–54.
- Guella G., Skropeta D., Breuils S., Mancini I., Pietra F. Calenzanol, the first member of a new class of sesquiterpene with a novel skeleton isolated from the red seaweed *Laurencia microcladia* from the bay of Calenzana, Elba Island // Tetrahedron Lett. 2001. Vol. 42, N 4. P. 723–725.
- Guimarães M., Plastino E., Destombe C. Green mutant frequency in natural populations of *Gracilaria domingensis* (Gracilariales, Rhodophyta) from Brazil // Eur. J. Phycol. 2003. Vol. 38, N 2. P. 165–169.
- Gutierrez A., Correa T., Muñoz V., Santibañez A. Marcos R., Cáceres C., Buschmann A.H. Farming of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* in southern Chile for development of novel food products // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 259–267.
- Haglund K., Pedersen M. Spray cultivation of seaweeds in recirculating brackish water // Aquaculture. 1988. Vol. 72. P. 181–189.
- Haglund K., Pedersen M. Outdoor pond cultivation of the subtropical marine red alga *Gracilaria tenuistipitata* in brackish water in Sweden. Growth, nutrients uptake, co-cultivation with rainbow trout and epiphyte control // J. Appl. Phycol. 1993. Vol. 5. P. 271–284.
- Haines K.C. Growth of the carrageenan-producing tropical seaweed *Hypnea musciformis* in surface water, 870 m deep water effluent from a clam mariculture system and deep water enriched with artificial fertilizers or domestic sewage // The 10th Eur. Symp. Mar. Biol. Ostend, Belgium (17–23 Sept.). Ostend, 1975. Vol. 1. P. 207–220.
- Halliwell B., Grootveld M. The measurement of free radical reactions in humans: Some thoughts for future experimentation // FEBS Letters. 1987. Vol. 213, N 1. P. 9–14.
- Hamisi M.I., Lyimo T.J., Muruke M.H.S. Cyanobacterial occurrence and diversity in seagrass meadows in Coastal Tanzania // WIO J. Mar. Sci. 2004. Vol. 3. P. 113–122.
- Hanisak M.D. Recycling the residues from anaerobic digesters for seaweed growth // Bot. Mar. 1981. Vol. 24. P. 57–61.
- Hanisak M.D., Ryther J.H. Cultivation biology of *Gracilaria tikvahiae* in the United States // Hydrobiologia. 1984. Vol. 116/117. P. 295–298.
- Hansen J.W., Udy J.W., Perry C.J., Dennison W.C., Lomstein B.A. Effects of seagrass *Zostera capricorni* on sediment microbial processes // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2000. Vol. 199. P. 83–96.
- Harger B.W.W., Neushul M. Test-farming of the giant kelp, *Macrocystis* as a marine biomass producer // J. Wild. Maricult. Soc. 1983. Vol. 14. P. 392–403.

Harlin M.M., Thorne-Miller B., Thursby G.B. Ammonium uptake by *Gracilaria* sp. (Florideophyceae) and *Ulva lactuca* (Chlorophyceae) in closed system fish culture // Proc. 9th Int. Seaw. Symp. Princeton: Science Press, 1978. P. 285–292.

Haroon A.M., Szaniawska A., Normant M., Janas U. The biochemical composition of *Enteromorpha* spp. From the Gulf of Gdańsk coast on the southern Baltic Sea // Oceanologia. 2000. Vol. 42, N 1. P. 19–28.

Harrison P.L. Sexual reproduction of scleractinian corals // Coral reefs: An ecosystem in transition / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). London; New York: Springer, 2011. P. 59–85.

Hay M.E. The ecology and evolution of seaweed-herbivore interactions on coral reefs // Coral Reefs. 1997. Vol. 16. P. 67–76.

Hayashi L., Oliveira E.C., Bleicher-Lhonneur G., Boulenguer P., Pereira R.T.L., von Seckendorff R., Shimoda V.T., Leflamand A., Vallée P., Critchley A.T. The effects of selected cultivation conditions on the carrageenan characteristics of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil // J. Appl. Phycol. 2007. Vol. 19, N 5. P. 505–511.

Heo S.-J., Park P.-J., Park E.-J., Kim S.-K., Jeon Y.-J. Antioxidant activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Ecklonia cava* by electron spin resonance spectrometry and comet assay // Eur. Food Res. Technol. 2004. Vol. 221, N 1–2. P. 41–47.

Heo S.-J., Park E.-J., Lee K.-W., Jeon Y.-J. Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweeds // Bioresource Technology. 2005. Vol. 96, N 14. P. 1613–1623.

Heo S.-J., Ko S.-C., Kang S.-M., Kang H.-S., Kim J.-P. et al. Cytoprotective effect of fucoxanthin isolated from brown alga *Sargassum siliquastrum* against H₂O₂-induced cell damage // Eur. Food Res. Technol. 2008. Vol. 228, N 1. P. 145–151.

Hernandez I., Perez-Pastor A., Vergara J.J., Martinez-Aragon J.F., Fernandez-Engo M.A., Perez-Llorens J.L. Studies on the biofiltration capacity of *Gracilariopsis longissima*: from microscale to macroscale // Aquaculture. 2005a. Vol. 252. P. 43–53.

Hernandez I., Fernandez-Engo M.A., Perez-Llorens J.L., Vergara J.J. Integrated outdoor culture of two estuarine macroalgae as biofilters for dissolved nutrients from *Sparus auratus* waste waters // J. Appl. Phycol. 2005b. Vol. 17. P. 557–567.

Hirata H., Kohirata E. Culture of sterile *Ulva* sp. in fish farm // Isr. J. Aquac-Bamidgeh. 1993. Vol. 44. P. 164–1168.

Høie J., Sandvik Ø. Forsøk med tang-og taremjøl som sikringsfôr til kylinger og høner // Institut for fjørfe og pelsdyr, Norges landbrukshøgskole. 1955. Vol. 8. P. 121–169.

Hori K. A new class of high mannose N-glycan specific lectins from algae // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 64.

Hori K., Miyazawa K., Ito R. Some common properties of lectins from marine algae // Hydrobiologia. 1990. Vol. 204/205. P. 561–566.

Hou X., Chai C., Qian Q., Yan X., Fan X. Determination of chemical species of iodine in some seaweeds (I) // Sci. Total Environ. 1997. Vol. 204. P. 215–221.

Huang J.M., Rorrer G.L. Cultivation of microplantlets derived from the marine red alga *Agardhiella subulata* in a stirred tank photobioreactor // Biotech. Prog. 2003. Vol. 19. P. 418–427.

Huang S.-F. Marine algae of Kuei-Shan Dao, Taiwan // Taiwan. 1999. Vol. 44. P. 49–71.

Hudson J.B., Kim J.H., Lee M.K., DeWreede R.E., Hong Y.K. Antiviral compounds in extracts of Korean seaweeds: Evidence for multiple activities // J. Appl. Phycol. 1999. Vol. 10. P. 427–434.

Hughes T.P., Rodrigues M.J., Bellwood D.R., Ceccarelli D., Hoegh-Guldberg O., McCook L.J., Moltschaniwskyj N., Pratchett M.S., Willis B. Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change // Curr. Biol. 2007. Vol. 17. P. 360–365.

Hurd C.L. Water motion, marine macroalgal physiology, and production // J. Phycol. 2000. Vol. 36. P. 456–461.

Hurtado A.Q., Agbayani R.F., Sanares R., de Castro-Mallare M.T.R. Seasonality and economic feasibility of cultivating *Kappahycus alvarezii* in Panagatan Cays, Caluya, Antique, Philippines // Aquaculture. 2001. Vol. 199. P. 295–310.

Hurtado A.Q., Critchley A.T., Trespoey A., Lhonneur G.B., Occurrence of *Polysiphonia* epiphytes in *Kappaphycus* farms at Calaguas Is., Camarines Norte, Phillippines // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 301–306.

- Huynh Q.N., Nguyen H.D. The seaweed resources of Vietnam // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 62–69.
- Huynh Q.N., Nguyen H.D., Pham V.H., Tran K. Some results of study on the species *Gracilaria heteroclada* Zhang et Xia in the central and southern Vietnam seawaters // Collection of Scientific and Technological Report. The 22th Anniversary of Institutional Foundation (1985–2007). Nha Trang, 2007. P. 12–16.
- Hwang E.K., Park C.S., Baek J.M. Artificial seed production and cultivation of the edible brown alga, *Sargassum fulvellum* (Turner) C. Agardh: Developing a new species for seaweed cultivation in Korea // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 251–257.
- Ikekawa N., Morisaki N., Tsuda K., Yoshida T. Sterol composition of some green algae and brown algae // Steroids. 1968. Vol. 12. P. 41–48.
- Ikoma T., Amano H., Kakinuma M., Hara T. Effect of Arukaron (seaweed mixture) on glucose tolerance and lipid metabolism in Type 2 diabetic GK rats // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 162.
- Imbs A.B., Vologodskaya A.V., Nevshupova N.V. Response of prostaglandin content in the red alga *Gracilaria verrucosa* to season and solar irradiance // Photochemistry. 2001. Vol. 58. P. 1060–1072.
- Indergaard M., Minsaas J. Animal and human nutrition // Seaweed resources in Europe: Uses and potential / Guiry M.D., Blunden G. (Eds). Chichester: John Wiley & Sons, 1991. P. 21–64.
- Israel A., Levy I., Friedlander M. Experimental tank cultivation of *Porphyra* in Israel // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 235–240.
- Istini S., Zatznika A., Sujatmiko W. The seaweed resources of Indonesia // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 92–98.
- Ito H., Kasama K., Naruse S., Himura K. Antitumor effect of palmitoleic acid on Ehrlich ascites tumor // Cancer Lett. 1982. Vol. 17. P. 197–203.
- Itoh H., Noda H., Amano H., Zhuang C., Mizuno T., Ito H. Antitumor activity and immunological properties of marine algal polysaccharides, especially fucoidan, prepared from *Sargassum thunbergii* of Phaeophyceae // Anticancer Res. 1993. Vol. 13, N 6A. P. 2045–2052.
- Jaasund E. Intertidal seaweeds in Tanzania. A field guide. Tromsø, Norway: University Tromsø, 1976. 159 p.
- Jayasankar R., Kulandaivelu G. Seasonal variation in the biochemical constituents of *Gracilaria* spp. with reference to growth // Indian J. Mar. Sci. 1999. Vol. 28. P. 464–466.
- Jimenez del Rio M., Ramazanov Z., Garcia-Reina G. *Ulva rigida* (Ulvales, Chlorophyta) tank culture as bio-filters for dissolved inorganic nitrogen from fishpond effluents // Hydrobiologia. 1996. Vol. 326/327. P. 61–66.
- Johnson C.R., Mann K.H. The importance of plant defence abilities to the structure of subtidal seaweed communities: the kelp *Laminaria longicruris* de la Pylaie survives grazing by the snail *Lacuna vincta* (Montagu) of high population densities // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1986. Vol. 97, N 3. P. 231–267.
- Juanes J.A., Sosa P.A. The seaweed resources of Spain // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 245–257.
- Kaas R. The seaweed resources of France // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds.) Yokosuka: JICA. 1998. P. 238–244.
- Kaewsritthong J., Ohshima T. Antioxidative activity of some tropical seaweed extracts // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 163.
- Kajiwarra T., Matsui K., Akakabe Y., Murakawa T., Arai C. Antimicrobial browning-inhibitory effect of flavor compounds in seaweeds // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18, N 3–5. P. 413–422.
- Kakita H., Kamishima H. Effects of environmental factors and metal ions on growth of the red alga *Gracilaria chorda* Holmes (Gracilariales, Rhodophyta) // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 469–474.
- Kakita H., Fukuoka S., Obika H., Li Z.F., Kamishima H. Purification and properties of a high molecular weight hemagglutinin from the red alga *Gracilaria verrucosa* // Bot. Mar. 1997. Vol. 40. P. 241–247.
- Kamei Y., Sagara A. Neurite outgrowth promoting activity of marine algae from Japan against rat adrenal medulla pheochromocytoma cell line, PC12D // Cytotechnology. 2002. Vol. 40, N 1–3. P. 99–106.
- Kamenarska Z.G., Dimitrova-Konaklieva S.D., Stefanov K.L., Popov S.S. A comparative study on the sterol composition of some brown algae from the Black Sea // J. Serb. Chem. Soc. 2003. Vol. 68, N 4–5. P. 269–275.
- Kanoh H., Kitamura T., Kobayashi Y. A sulfated proteoglycan from the red alga *Gracilaria verrucosa* is a hemagglutinin // Comp. Biochem. Physiol. 1992. Vol. 102, N 3. P. 445–449.

- Kapetanović R., Sladić D., Popov S., Zlatović M., Kljajić Z., Gašić M.J. Sterol composition of the Adriatic Sea algae *Ulva lactuca*, *Codium dichotomum*, *Cystoseira adriatica* and *Fucus virsoides* // J. Serb. Chem. Soc. 2005. Vol. 70, N 12. P. 1395–1400.
- Karsten U. Seasonal variation in heteroside concentrations of field-collected *Porphyra* species (Rhodophyta) from different biogeographic regions // New Phytologist. 1999. Vol. 143, N 3. P. 561–571.
- Kato I., Enoki T., Sagawa H., Mizutani S., Sakai T. Immunological benefits on health by polysaccharides from red and brown seaweeds // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 47.
- Kaufmann S., Wolfram G., Delange F., Rambeck W.A. Original contribution: Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans? // Zeitschrift für Ernährungswissenschaft. 1998. Vol. 37, N 3. P. 288–293.
- Kawakubo A., Makino H., Ohnishi J.-I., Hirohara H., Hori K. Occurrence of highly yielded lectins homologous within the genus *Eucheuma* // J. Appl. Phycol. 1999. Vol. 11, N 2. P. 149–156.
- Kawashima S. Cultivation of the brown alga *Laminaria* «Kombu» // Seaweed Cultivation and Marine Ranching / Ohno M., Critchley A.T. (Eds). Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 25–40.
- Kelahr B.P. Influence of physical characteristics of coralline turf on associated macrofaunal assemblages // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2002. Vol. 232. P. 141–148.
- Kelahr B.P., Castilla J.C., Seed R. Intercontinental test of generality for spatial patterns among diverse molluscan assemblages in coralline algal turf // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2004. Vol. 271. P. 221–231.
- Khan M.N.A., Choi J.S.C., Lee M.C., Kim E., Nam T.J., et al. Anti-inflammatory activities of methanol extracts from various seaweed species // J. Environm. Biol. 2008. Vol. 29, N 4. P. 465–469.
- Khotimchenko S.V. Uncommon 16:1 (n–5) acid from *Dictyota dichotoma* and fatty acids of some brown algae of Dictyotaceae // Photochemistry. 1995. Vol. 38, N 6. P. 1411–1415.
- Khotimchenko S.V., Gusarova I.S. Red algae of Peter the Great Bay as a source of arachidonic and eicosa-pentaenoic acids // Rus. J. Mar. Biol. 2004. Vol. 30, N 3. P. 183–187.
- Khotimchenko S.V., Kulikova I.V. Lipids of two species of brown algae of the genus *Laminaria* // Chem. Nat. Comp. 1999. Vol. 35, N 1. P. 17–20.
- Khotimchenko S.V., Titlyanova T.V. Distribution of amino acid-containing phospholipid in brown algae // Phytochemistry. 1996. Vol. 41, N 6. P. 1535–1537.
- Khotimchenko S.V., Vas'kovskii V.E. Inosol-containing sphingolipid from the red alga *Gracilaria verrucosa* // Rus. J. Bioorg. Chem. 2004. Vol. 30, N 2. P. 190–194.
- Khotimchenko S.V., Yakovleva I.M. Lipid composition of the red alga *Tichocarpus crinitus* exposed to different levels of photon irradiance // Phytochemistry. 2005. Vol. 66, N 1. P. 73–79.
- Kim K.N., Ham Y.M., Moon J.Y., Kim M.J., Kim D.S., Lee W.J., Lee N.H., Hyun C.G. In vitro cytotoxic activity of *Sargassum thunbergii* and *Dictyopteris divaricata* (Jeju seaweeds) on the HL-60 tumor cell line // Int. J. Pharmacol. 2009. Vol. 5. P. 298–306.
- Kim Y.S., Choi H.G., Nam K.W. Phenology of *Chondrus ocellatus* in Cheongsapo near Busan, Korea // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 551–556.
- Kong C.-S., Kim J.-A., Yoon N.-Y., Kim S.-K. Induction of apoptosis by phloroglucinol derivative from *Ecklonia cava* in MCF-7 human breast cancer cells // Food Chem. Toxicol. 2009. Vol. 49, N 7. P. 1653–1658.
- Koo J.-G. Structural characterization of pyrified fucoidan from *Laminaria religiosa*, sporophylls of *Undaria pinnatifida*, *Hizikia fusiformis* and *Sargassum fulvellum* in Korea // J. Korean Fish. Soc. 1997. Vol. 30. P. 128–131.
- Kostetsky E.Y., Goncharova S.N., Sanina N.M., Shnyrov V.L. Season influence on lipid composition of marine macrophytes // Bot. Mar. 2004. Vol. 47, N 2. P. 134–139.
- Kremer B.P. Patterns of photoassimilatory products in Pacific Rhodophyceae // Can. J. Bot. 1978. Vol. 56. P. 1655–1659.
- Kubitzki K. Phenylpropanoid metabolism in relation to land plant origin and diversification // J. Plant Physiol. 1987. Vol. 131. P. 17–24.
- Kulikova I.V., Khotimchenko C.V. Lipids of different thallus regions of the brown alga *Sargassum miyabei* from the Sea of Japan // Rus. J. Mar. Biol. 2000. Vol. 26, N 1. P. 54–57.
- Kunig G.M., Wright A.D., Linden A. *Plocamium hamatum* and its monoterpenes: chemical and biological investigations of the tropical marine red alga // Phytochemistry. 1999. Vol. 52, N 6. P. 1047–1053.

- Kuniyoshi M., Marma M.S., Higa T., Bernardinelli G., Jefford C.W. 3-Bromobarekoxide, an unusual diterpene from *Laurencia luzonensis* // Selected Abstracts in Chemistry. 2000. P. 1155–1156.
- Kurata K., Taniguchii K., Takashima K., Hayashi I., Suzuki M. Feeding-deterrent bromophenols from *Odon-thalia corymbifera* // Phytochemistry. 1997. Vol. 45, N 3. P. 485–487.
- Kurihara H. Biologically active compounds obtained from macroalgae collected in Hokkaido, Japan // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 56.
- Kuschel F.A., Buschmann A.H. Abundance, effects and management of epiphytism in intertidal cultures of *Gracilaria* (Rhodophyta) in Southern Chile // Aquaculture. 1991. Vol. 92. P. 7–19.
- Kuznetsova T.A. Algae corrects immunity and hemostasis disorders in experimental endotoxemia // Bull. Exp. Biol. Med. 2009. Vol. 147, N 1. P. 66–69.
- Lang J.C. Biological zonation at the base of a reef // Am. Sci. 1974. Vol. 62. P. 272–281.
- Langdon R.W., Haines K.C., Lyon R.E. Ammonia-nitrogen production by the bivalve mollusk *Tapes japon-ica* and its recovery by the red seaweed *Hypnea musciformis* in a tropical mariculture system // Helgoländ. Wiss. Meeresunters. 1977. Vol. 30. P. 217–229.
- Largo D.B., Ohno M. Constructing an artificial seaweed bed // Seaweed Cultivation and Marine Ranching / Ohno M., Critchley A.T. (Eds). Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 89–113.
- Larkum A.W.D., Orth R. J., Duarte C. (Eds). Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation: 1st ed: 2nd printing. Dordrecht: Springer, 2006. 691 p.
- Lecount D.J. Chapter 7. Seven-membered rings // Progress in Heterocyclic Chemistry / G.W. Gribble, T.L. Gilchrist (Eds). Oxford: Pergamon, 1999. Vol. 11. P. 319–337.
- Lee H.B., Lee I.K. Flora of benthic marine algae in Gyeonggi Bay, Western coast of Korea // Korean J. Bot. 1981. Vol. 24. P. 107–198.
- Lee J.-B., Yamagaki T., Maeda M., Nakanishi H. Rhamnan sulfate from cell walls of *Monostroma latissi-mum* // Phytochemistry. 1998. Vol. 48. P. 921–925.
- Lee J.-B., Hayashi K., Maeda M., Hayashi T. Antiherpetic activities of sulfated polysaccharides from green algae // Planta Med. 2004a. Vol. 70, N 9. P. 813–817.
- Lee J.-B., Hayashi K., Hashimoto M., Nakano T., Hayashi T. Noval antiviral fucoidan from sporophylls of *Un-daria pinnatifida* (Mekabu) // Chem. Pharm. Bull. (Tokyo). 2004b. Vol. 52, N 9. P. 1091–1094.
- Lee J.H., Xiao I.Z., Lee K.H., Yoo H.I., Choi H.G. Antioxidant and antimicrobial activities of *Zostera marina* extracts // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 168.
- Lee Y.K., Lim D.-J., Lee Y.-H., Park Y.-L. Variation in fucoidan contents and monosaccharide compositions of Korean *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Phaeophyta) // Algae. 2006. Vol. 21, N 1. P. 157–160.
- Leliaert F. Taxonomic and phylogenetic studies in the Cladophorophyceae (Chlorophyta): PhD thesis. Universiteit of Gent, 2003–2004.
- Leliaert F., Coppejans E. The marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) from the South African East Coast // Nova Hedwigia. 2003. Vol. 76. P. 45–82.
- León-Deniz L.V., Freile-Pelegrin Y., Dumonteil E. Inhibitory activity of seaweeds extracts on the protozoan parasite *Trypanosoma cruzi* // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 116.
- Lesley E. Simply seaweed: a book of tempting recipes for Samphire, seaweed and sea vegetables. Grub Street Publishing, 1998. 360 p.
- Levring T., Hoppe H.A., Schmidt O.J. Marine algae: a survey of research and utilization. Hamburg: Cram. de Gruyter, 1969. Vol. 1. 421 p.
- Levring T. Die Meeresalgen der Juan Fernandez-Inseln // The natural history of Juan Fernandes and East-ern Island Uppsala / Skottsberg C. (Ed). Almqvist & Wiksells, 1941. Vol. 2. P. 601–670.
- Lewis J.E., Norris J.N. A history and annotated account of the benthic marine algae of Taiwan // Smith. Contr. Marine Sci. № 29. Washington: Smithsonian Institution Press, 1987. P. 1–38.
- Lewmanomort K. Species of *Hypnea* from Thailand // Taxonomy of Economic Seaweeds / I.A. Abbott (ed.). La Jolla, California: California Sea Grant College System, 1997. Vol. 6. P. 179–191.
- Lewmanomont K. The seaweed resources of Philippines // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 70–78.
- Li L., Xue C., Li Z., Fu X. The effects of fucoidans from *Laminaria japonica* on AAPH mediated oxidation of human low-density lipoprotein // Acta Oceanol. Sin. Haiyang Xuebao. 2006. Vol. 25, N 4. P. 124–130.

- Li X., Fan X., Han L., Lou Q. Fatty acids of some algae from the Bohai Sea // Photochemistry. 2002. Vol. 59, N 2. P. 157–161.
- Liao M.L., Kraft G.T., Munro S., Craik D.J. Beta/kappa-carrageenans as evidens for continued separation of the families Didranemataceae and Sarcodiaceae (Gigartinales, Rhodophyta) // J. Phycol. 1993. Vol. 29. P. 833–844.
- Liao W.R., Lin J.Y., Shieh W.Y., Jeng W.L., Huang R. Antibiotic activity of lectins from marine algae against marine vibrios // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 2003. Vol. 30. P. 433–439.
- Lignell A., Pedersen M. Spray cultivation of seaweeds with emphasis on their light requirements // Bot. Mar. 1986. Vol. 29. P. 509–516.
- Lindstrom S. The seaweed resources of British Columbia, Canada. In: Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds.) Yokosuka: JICA, 1998. P. 266–272.
- Littler M.M., Littler D.S. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1984. Vol. 74. P. 13–34.
- Littler M.M., Littler D.S. Structure and role of algae in tropical reef communities // Algae and human affairs / Lembi C.A., Waaland J.R. (Eds). Cambridge: Cambr. Univ. Press, 1988. P. 29–56.
- Littler M.M., Littler D.S. Selective herbivore increases biomass of its prey: a chiton-coralline reef-building association // Ecology. 1995. Vol. 76. P. 1666–1681.
- Littler D.S., Littler M.M. Caribbean reef plants: Washington: Offshore Graphics, 2000. 542 p.
- Littler M.M., Littler D.S. South Pacific reef plants. A divers' guide to the plant life of South Pacific coral reefs. Washington: Offshore Graphics, 2003. 331 p.
- Littler M.M., Littler D.S., Blair S.M., Norris J.N. Deep water plant communities from an uncharted seamount off San Salvador Island, Bahamas: distribution, abundance, and primary productivity // Deep-Sea Res. 1986. Vol. 33. P. 881–892.
- Littler M.M., Littler D. S., Titlyanov E.A. Comparisons of N- and P-limited productivity between high granitic islands versus low carbonate atolls in the Seychelles Archipelago: a test of the relative-dominance paradigm // Coral Reefs. 1991. Vol. 10. P. 199–209.
- Liu Z., Gong X., Wei S. Observation the effects of live kinds algal polysaccharides on platelets aggregation // Chin. J. Mar. Drugs. Zhongguo Haiyang Yaowu. 2001. Vol. 20, N 2. P. 36–38.
- Liuzzi, M.G., Gappa J.L. Macrofaunal assemblages associated with coralline turf: species turnover and changes in structure at different spatial scales // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2008. Vol. 363. P. 147–156.
- Lombardi J.V., Marques H.L.D., Pereira R.T.L., Barreto O.J.S., de Paula E.J. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopennaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii* // Aquaculture. 2006. Vol. 258. P. 412–415.
- Lourenc S.O., Barbarino E., De-Paula J.C., da S. Pareira L.O., Marquez U.M.L. Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for 19 tropical seaweeds // Phycol. Res. 2002. Vol. 50, N 3. P. 233–241.
- Lugomela C., Bergman B. Biological N₂ fixation on mangrove pneumatophores: preliminary observations and perspectives // Ambio. 2002. Vol. 31. P. 612–613.
- Lüning K. Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology / Yarish C. and Kirkman H. (Eds). New York; Chichester; Brisbane; Toronto; Singapore: A Willey-Interscience Publication; John Wiley & Sons, Inc., 1990. 527 p.
- Lüning K., Pang S.J. Mass cultivation of seaweed: current aspects and approaches // J. Appl. Phycol. 2003. Vol. 15. P. 115–119.
- Luxton D.M., Courtney W.J. New developments in the seaweed industry of New Zealand // Hydrobiologia. 1987. Vol. 151/152. P. 291–293.
- Lyakhova E.G., Kalinovskiy A.I., Kolesnikova S.A., Vaskovsky V.E., Stonik V.A. Halogenated diterpenoids from the red alga *Laurencia nipponica* // Phytochemistry. 2004. Vol. 65. P. 2527–2532.
- Macintyre I.G., Graus R.R., Reinthal P.N., Littler M.M., Littler D.S. The barrier reef sediment apron: Tobacco Reef, Belize // Coral Reefs. 1987. Vol. 6. P. 1–12.
- Maeda M., Nisizawa K. 1968. Fine structure of laminaran of *Eisenia bicyclis* // J. Biochem. Vol. 63, N 2. P. 199–206.
- Mairh O.P., Reddy C.R.K., Kumar G.R.K. The seaweed resources of India // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 110–126.

- Mann D.G., Droop S.J.M. Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms // *Hydrobiologia*. 1996. Vol. 336, N 1–3. P. 19–32.
- Manriquez C.P., Souto J.A., Gavin J.A., Norte M., Fernandez J.J. Several new squalene-derived triterpenes from *Laurencia* // *Tetrahedron*. 2000. Vol. 57, N 15. P. 3117–3123.
- Marinho-Soriano E., Rogerio Câmara M., de Melo Cabral T., Araújo do Amaral Corneiro M. Preliminary evaluation of the seaweed *Gracilaria cervicornis* (Rhodophyta) as a partial substitute for the industrial feeds used in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming // *Aquaculture Research*. 2007. Vol. 38, N 2. P. 182–187.
- Martínez-Aragón J.F., Hernández I., Pérez-Lloréns J.L., Vázquez R., Vergara J.J. Biofiltering efficiency in removal of dissolved nutrients by three species of estuarine macroalgae cultivated with sea bass (*Dicentrarchus labrax*) waste waters 1. Phosphate // *J. Appl. Phycol.* 2002. Vol. 14, N 5. P. 365–374.
- Maruyama H., Nakajima J., Yamamoto I. A study on the anticoagulant and fibrinolytic activities of a crude fucoidan from the edible brown seaweed *Laminaria religiosa*, with special reference to its inhibitory effect on the growth of sarcoma-180 ascites cells subcutaneously implanted into mice // *Kitasato Arch. Exp. Med.* 1987. Vol. 60. P. 105–121.
- Maruyama H., Tamauchi H., Iizuka M., Nakano T. The suppressive effect of Mekabu fucoidan extracted from *Undaria pinnatifida* sporophylls on the allergic contact hypersensitivity in mice // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007*. P. 172.
- Masuda M., Kawaguchi S., Abe N., Kawamoto T., Suzuki M. Addition analysis of chemical diversity of the red algal genus *Laurencia* (Rhodomelaceae) from Japan // *Phycological Research*. 2002. Vol. 50, N 2. P. 135–144.
- Matos J., Costa S., Rodriguez A., Pereira R., Sousa-Pinto I. Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northern Portugal // *Aquaculture*. 2006. Vol. 252. P. 31–42.
- Matsubara K. Control of blood vessel formation by algal polysaccharides // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007*. P. 66.
- Matsuda T., Sasaki J., Kurihara H., Hatano M., Takahashi K. Anticancer benefit of *Sargassum horneri* extract // *Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ.* 2005. Vol. 56, N 3. P. 75–86.
- Matsumoto S., Nagaoka M., Hara T., Kimura-Takagi I., Mistuyama K., Ueyama S. Fucoidan derived from *Cladosiphon okamuranus* Tokida ameliorates murine chronic colitis through the down-regulation of interleukin-6 production on colonic epithelial cells // *Clin. Exp. Immunol.* 2004. Vol. 136, N 3. P. 432–439.
- Matsuyama K., Abe K., Kaneko T. Seasonal variation in chemistry components from *Laminaria religiosa* // *Coppy Jap. J. Phycol.* 1982. Vol. 30, N 2. P. 134–138.
- McClanahan T.R., Carreiro-Silva M., DiLorenzo M. Effect of nitrogen, phosphorus, and their interaction on coral reef algal succession in Glover's Reef, Belize // *Mar. Pollut. Bull.* 2007. Vol. 54, N 12. P. 1947–1957.
- McConnaughey E. Sea vegetables. Harvesting Guide & Cookbook, 1985. 244 p.
- McCook L.J., Jompa J., Diaz-Pulido G. Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms // *Coral Reefs*. 2001. Vol. 69. P. 400–417.
- McCracken D.A., Cain J.R. Amylose in Floridean starch // *New Phytologist*. 1981. Vol. 88, N 1. P. 67–71.
- McDermid K., Stuercke B. Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds // *J. Appl. Phycol.* 2003. Vol. 15. P. 513–524.
- McHugh D.J., King R.J. The seaweed resources of Australia // *Seaweed resources of the World* Critchley / A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 138–145.
- McNeill S.E., Page M., Falshaw R. Field trials to optimize timing and frequency of pruning for cultivation of a New Zealand carrageenophyte *Gigartina atropurpurea* // *J. Appl. Phycol.* 2003. Vol. 15. P. 391–405.
- Melo R.A. *Gelidium* commercial exploitation: natural resources and cultivation // *J. Appl. Phycol.* 1998. Vol. 10. P. 303–314.
- Menzel D., Kazlauskas R., Reichelt J. Coumarins in the Siphonalean green algal family Dasycladaceae Kützinger (Chlorophyceae) // *Bot. Mar.* 1983. Vol. 29. P. 23–29.
- Mercer J.P., Mai K.-S., Donlon J. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus and *Haliotis discus hannai* // *Invertebr. Reprod. Dev.* 1993. Vol. 23, N 2/3. P. 75–88.
- Merceron M., Antoine V., Aubry I., Morand P. *In situ* growth potential of the subtidal part of green tide forming *Ulva* spp. Stocks // *Sci. Total Environ.* 2007. Vol. 384, N 1/3. P. 293–305.
- Merill J.E., Waaland J.R. The seaweed resources of the United States of America // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 303–323.

- Martin J., Hunt R. Influence of polyunsaturated fatty acids on survival of skin allografts and tumor incidence in mice // Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 1976. Vol. 73. P. 928–931.
- Molchanova V., Chernikov O., Chicalovets I., Lukyannov P. Purification and partial characterization of the lectin from the marine red alga *Tichocarpus crinitus* (Gmelin) Rupr. (Rhodophyta) // Bot. Mar. 2010. Vol. 53. P. 69–78.
- Molinier R. Etude des biocoenoses marines du Cap Corse // Vegetatio (Den Haag). 1960. Vol. 9. P. 121–312.
- Montgomery W.L. Coral reef fishes: opportunities, challenges and concerns // Coral reefs: An ecosystem in transition / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). London, New York: Springer, 2011. P. 327–346.
- Morand P., Merceron M. Macroalgal population and sustainability // J. Coast. Res. 2005. Vol. 21. P. 1009–1020.
- Mori T. Application of potent anti-viral proteins, Cyanovirin-N and Griffithsin, isolated from natural products to biopharmaceutical // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 65.
- Morse A.N.C., Morse D.E. Recruitment and metamorphosis of *Haliotis* larvae induced by molecules uniquely available at the surfaces of crustose red algae // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1984. Vol. 75. P. 191–215.
- Morse D.E., Morse A.N.C. Enzymatic characterization of the morphogen recognized by *Agaricia humilis* coral larvae // Biol. Bull. 1991. Vol. 181. P. 104–122.
- Msuya F.E., Neori A. Effect of water aeration and nutrient load level on biomass yield, N uptake and protein content of the seaweed *Ulva lactuca* cultured in seawater tanks // J. Appl. Phycol. 2008. Vol. 20. P. 1021–1031.
- Mtolera M.S.P., Buriyo A.S. Studies on Tanzanian Hypneaceae: Seasonal variation in content and quality of kappa-carrageenan from *Hypnea musciformis* (Gigartinales: Rhodophyta) // Western Indian Ocean J. Mar. Sci. 2004. Vol. 3, N 1. P. 43–49.
- Mundinger M.A., Efferth T. Herpes simplex virus: Drug resistance and new treatment options using natural products (Review) // Molec. Med. Rep. 2008. Vol. 1. P. 611–616.
- Murano E. Chemical structure and quality of agars from *Gracilaria* // J. Appl. Phycol. 1995. Vol. 7. P. 245–254.
- Murray R.D.H., Méndez J., Brown R.A. The natural coumarins. New York: John Wiley & Sons, 1982. 672 p.
- Naidoo K., Maneveldt G., Ruck K., Bolton J.J. A comparison of various seaweed-based diets and formulated feed on growth rate of abalone in a land-based aquaculture system // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 437–443.
- Nakai M., Kageyama N., Nakahara K., Miki W. Phlorotannins as radical scavengers from the extract of *Sargassum ringgoldianum* // Mar. Biotech. 2006. Vol. 8. P. 409–414.
- Nakajima N., Ishihara K., Matsuura Y. Dietary-fiber-degrading enzymes from a human intestinal *Clostridium* and their application to oligosaccharide production from nonstarchy polysaccharides using immobilized cells // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2002. Vol. 59, N 2–3. P. 182–189.
- Nash W.J. An evaluation of egg-per-recruit analysis as a means of assessing size limits for blacklip abalone (*Haliotis rubra*) in Tasmania // Proc. 1st Int. Symp. on Abalone. Abalone of the World: biology, fisheries and culture. Oxford, Victoria, Australia. Fishing News Books Blackwell Science Pty LTD, 1992. P. 318–338.
- Nelson G.S., Glenn E.P., Conn J., Moore D., Walsh T., Akutagawa M. Cultivation of *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) in shrimp-farm effluent ditches and floating cages in Hawaii: a two-phase polyculture system // Aquaculture. 2001. Vol. 192. P. 239–248.
- Nelson M.M., Phleger C.F., Nichols P.D. Seasonal lipid composition in macroalgae of the northeastern Pacific Ocean // Bot. Mar. 2002. Vol. 45, N 1. P. 58–65.
- Nelson W.A. Calcified macroalgae – critical to coastal ecosystems and vulnerable to change: a review // Mar. Freshwater Res. 2009. Vol. 60. P. 787–801.
- Neori A. The type of N-supply (ammonia or nitrate) determines the performance of seaweed biofilters integrated with intensive fish culture // Isr. J. Aquac. Bamidgeh. 1996. Vol. 48. P. 19–27.
- Neori A., Cohen I., Gordin H. *Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluents. 2. Growth-rate, yield and C-N ratio // Bot. Mar. 1991. Vol. 6. P. 483–489.
- Neori A., Ragg N.L.C., Shpigiel M. The integrated culture of seaweeds, abalone, fish and clams in modular intensive land-based systems II. Performance and nitrogen partitioning within an abalone (*Haliotis tuberculata*) and macroalgae culture system // Aquacult. Eng. 1998. Vol. 17. P. 215–239.

- Neori A., Shpigel M., Ben-Ezra D. A sustainable integrated system for culture of fish, seaweed and abalone // *Aquaculture*. 2000. Vol. 186. P. 279–291.
- Neori A., Msuya F.E., Shauli L., Schuenhoff A., Kopel F., Shpigel M. A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture // *J. Appl. Phycol.* 2003. Vol. 15. P. 543–553.
- Neori A., Chopin T., Troell M., Buschmann A.H., Kraemer G.P., Halling C., Shpigel M., Yarish C. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture // *Aquaculture*. 2004. Vol. 231. P. 361–391.
- Nerio Y., Karato M., Koyama T., Yamaguchi K., Nemoto M., Shigemori H., Kamitani T., Toda T., Yazawa K. Effect of *Laminaria japonica* extract on blood glucose levels in mice // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007*. P. 122.
- Neushul M. Antiviral carbohydrates from marine red algae // *Hydrobiologia*. 1990. Vol. 204/205. P. 99–104.
- Nielsen R. Culture studies on the type species of *Acrochaete*, *Bolbocoleon* and *Entocladia* (Chaetophoraceae, Chlorophyceae) // *Botaniska Notiser*. 1979. Vol. 132. P. 441–449.
- Nielsen R. Culture studies of *Acrochaete leptochaete* comb. nov. and *A. wittrockii* comb. nov. (Chaetophoraceae, Chlorophyceae) // *Nord. J. Bot.* 1983. Vol. 3. P. 689–694.
- Nika K., Mulloy B., Carpenter B., Gibbs R. Specific recognition of immune cytokines by sulphated polysaccharides from marine algae // *Eur. J. Phycol.* 2003. Vol. 38, N 3. P. 257–264.
- Nishikawa Y., Yoshimoto Y., Okabe M., Fukuoka F. Chemical and biochemical studies on carbohydrate esters III. Antitumor activity of unsaturated fatty acids and their ester derivatives against Ehrlich ascites carcinoma // *Pharm. Bull.* 1976. Vol. 56. P. 756–762.
- Nisizawa K., Noda H., Kikuchi R., Watanabe T. The main seaweeds food in Japan // *Hydrobiologia*. 1987. Vol. 151/152. P. 5–29.
- Noda H., Amano H., Arashima K., Nisizawa K. Antitumor activity of polysaccharides and lipids from marine algae // *Nippon Suisan Gakkaishi/Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 1989. Vol. 55, N 7. P. 1265–1271.
- Noda H., Amano H., Arashima K., Nisizawa K. Antitumor activity of marine algae // *Hydrobiologia*. 1990. Vol. 204/205. P. 577–584.
- Nomura K., Nakamura H., Suzuki N. False fertilization in sea urchin eggs induced by diabolin, a 120K kelp protein // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2000. Vol. 272, N 3. P. 691–693.
- Norris J.N. The marine algae of the northern Gulf of California. Santa Barbara, 1975. 575 p.
- Oh K.B., Lee J.H., Chung S.-C., Shin J., Shin H.J., Kim H.K., Lee H.-S. Antimicrobial activities of the bromophenols from the red alga *Odonthalia corymbifera* and some synthetic derivatives // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2008. Vol. 18, N 1. P. 104–108.
- Ohno M. Cultivation of the green alga, *Monostroma* and *Enteromorpha* «Aonori» // *Seaweed Cultivation and Marine Ranching* / Ohno M., Critchley A.T. (Eds.) Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 7–17.
- Ohno M., Largo D.V. The seaweed resources of Japan // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds.) Yokosuka: JICA. 1998. P. 1–14.
- Ohno M., Matsuoka M. *Undaria* cultivation «Wakame» // *Seaweed cultivation and marine ranching* / Ohno M., Critchley A.T. (Eds.) Yokosuka: JICA, 1993. P. 41–49.
- Oliveira E.C. The seaweed resources of Brazil // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds.) Yokosuka: JICA, 1998. P. 366–371.
- Oliveira E.C., Alveal K., Anderson R.J. Mariculture of the agar-producing Gracilarioid red algae // *Rev. Fish. Sci.* 2000. Vol. 8. P. 345–377.
- Oohusa T. The cultivation of *Porphyra* «Nori» // *Seaweed cultivation and Marine Ranching* / Ohno M., Critchley A.T. (Eds.) Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 57–75.
- Orpin C.G., Greenwood Y., Hall F.J., Paterson I.W. The rumen microbiology of seaweed digestion in in Orkney sheep // *J. Appl. Microbiol.* 2008. Vol. 58, N 5. P. 585–596.
- Osborne N.J.T., Webb P.M., Shaw G.R. The toxins of *Lyngbya majuscula* and their human and ecological health effects // *Environment International*. 2001. Vol. 27, N 5. P. 381–392.
- Ovodov Y.S. Structural chemistry of plant glycuronoglycans // *Pure Appl. Chem.* 1975. Vol. 42, N 3. P. 351–369.

- Pacheco-Ruiz I., Zertuche-Gonzales J.A., Correa-Diaz F., Arellano-Carbajal F., Chee-Barragan A. *Gracilariopsis lemaneiformis* beds along the west coast of the Gulf of California, Mexico // *Hydrobiologia*. 1999. Vol. 399. P. 509–514.
- Pacheco-Ruiz I., Aguilar-Rosas I.E. Distribución estacional de Rhodophyta en el noroeste de Baja California // *Cienc. Mar.* 1984. Vol. 10, N 3. P. 67–80.
- Padmakumar K., Ayyakkannu K. Seasonal variation of antibacterial and antifungal activities of the extracts of marine algae from Southern coasts of India // *Bot. Mar.* 2009. Vol. 40, N 1. P. 507–516.
- Palevitz B.A., Newcomb E.H. A study of sieve element starch using sequential enzymatic digestion and electron microscopy // *J. Cell Biol.* 1970. Vol. 45. P. 383–398.
- Pang S.J., Jin Z.H., Sun J.Z., Gao S.O. Temperature tolerance of young sporophytes from two populations of *Laminaria japonica* revealed by chlorophyll fluorescence measurements and short-term growth and survival performances in tank culture // *Aquaculture*. 2007. Vol. 262. P. 493–503.
- Parsons M.J. Carrageenan composition in New Zealand species of *Gigartina* (Rhodophyta): Geographic variation and interspecific differences // *New Zealand J. Bot.* 1977. Vol. 15. P. 589–95.
- Patra J.K., Rath S.K., Jena K., Rathod V.K., Thatoi H.N. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of seaweed (*Sargassum* sp.) Extract: A study on inhibition of glutathione-S-transferase activity // *Turk. J. Biol.* 2008. Vol. 32. P. 119–125.
- Paul N.A., de Nys R. Promise and pitfalls of locally abundant seaweeds as biofilters for integrated aquaculture // *Aquaculture*. 2008. Vol. 281. P. 49–55.
- Peñaflorida V.D., Nelson V.G. Use of seaweed meals from *Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria heteroclada* as binders in diets for juvenile shrimp *Penaeus monodon* // *Aquaculture* 1996. Vol. 143. P. 393–401.
- Percival E., McDowell R.H. Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides. New York: Academic Press Inc., 1967. 219 p.
- Perez-Lorenzo S., Levy-Benshimol A., Gomez-Acevedo S. Presence of lectins, tannins and protease inhibitors in Venezuelan marine algae // *Acta Cient. Venez.* 1998. Vol. 49, N 3. P. 144–151.
- Pérez-Rodríguez E., Aguilera J., Gómez I., Figueroa F.L. Excretion of coumarins by the Mediterranean green alga *Dasycladus vermicularis* in response to environmental stress // *Mar. Biol.* 2001. Vol. 139. P. 633–639.
- Pham H.H. Marine algae of South Vietnam. Saigon, 1969. 558 p. (in Vietnamese).
- Pham H.T. The phenomenal resources of the genus *Eucheuma* and *Kappaphycus* at the Spratly Archipelago // *Tuyển Tập Báo Cáo Khoa Học Hội Nghị KHCN Biển Toàn Quốc Lần Thứ*. 1998. Vol. 4. P. 999–1004.
- Pham V.H. Culturing *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty to treat the eutrophication in tiger shrimp ponds // *Collection of Scientific and Technological Report. The 22th Anniversary of Institutional Foundation (1985–2007)*. Nha Trang, 2007. P. 260–268.
- Pickering T.D. Advances in seaweed aquaculture among Pacific Island countries // *J. Appl. Phycol.* 2006. Vol. 18. P. 227–234.
- Pickering T.D., Gordon M.E., Tong L.J. A preliminary trial of a spray culture technique from growing the agarophyte *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) // *Aquaculture*. 1995. Vol. 130. P. 43–49.
- Pizarro A. Conocimiento actual y avances recientes sobre el manejo y cultivo *Gracilaria* en Chile // *Monogr. Biol.* 1986. Vol. 4. P. 63–96.
- Ponce N.M.A., Pujol C.A., Damonte E.B., Flores M.L., Stortz C.A. Fucoidans from the brown seaweed *Adenocystis utricularis*: extraction methods, antiviral activity and structural studies // *Carbohydr. Res.* 2003. Vol. 338, N 2. P. 153–165.
- Pulz O. Ways of food supplementation using algae // *Int. J. Algae*. 2000. Vol. 2, N 3. P. 92–101.
- Qian P.-Yu., Wu C.Y., Wu M., Xil Y.K. Integrated cultivation of the red alga *Kappaphycus alvarezii* and the pearl oyster *Pinctada martensi* // *Aquaculture*. 1996. Vol. 147. P. 21–35.
- Ragan M.A. Physodes and the phenolic compounds of brown algae: composition and significance of physodes in vivo // *Bot. Mar.* 1976. Vol. 19. P. 145–154.
- Ragan M.A., Craigie J.S. Physodes of the phenolic compounds of brown algae. Isolation and characterization of phloroglucinol polymers from *Fucus vesiculosus* (L.) // *Can. J. Biochem.* 1976. Vol. 54, N 1. P. 66–73.
- Ragan M.A., Glombitza K.W. Phlorotannins, brown alga polyphenols // *Progress in Phycological Research*. / Round F.E., Chapman D.J. (Eds.) Bristol: Biopress, 1986. P. 129–141.
- Raghavendran H.B., Sathivel A., Devaki T. Defensive nature of *Sargassum polycystum* (brown alga) against acetaminophen-induced toxic hepatitis in rats: Role of drug metabolizing microsomal enzyme system, tu-

mor necrosis factor- α and fate of liver cell structural integrity // World J. Gastroenterol. 2006. Vol. 12, N 24. P. 3829–3834.

Ramana K.S., Rao E.V. Structural features of the sulphated polysaccharide from a green seaweed, *Cladophora socialis* // Phytochemistry. 1991. Vol. 30. N 1. P. 259–262.

Rashmi C.V., Chatterji A. Screening for cytotoxic activity in a commercially important Indian seaweed, *Stoechospermum marginatum* // Diversity and life processes from ocean and land / Desai P.V., Roy R. (Eds). Goa, India: Department of Zoology, Goa University, 2007. P. 36–41.

Rasoamazava A. Study of *Eucheuma denticulatum* and *Eucheuma striatum* carrageenans growing in Toliara, Madagascar // Current Trends in Marine Botanical Research in the East African Region. Madagascar, 1996. P. 229–234.

Raymundo M.D.S., Fett R., Derner R.B., Horta P. Total phenolic compounds and oxidant potential of brown seaweeds from the southern Brazilian coast // IFT Annual Meeting. 2004. July 12–16. Las Vegas, 2004.

Reddy C.R.K., Jha B., Fujita Yu., Ohno M. Seaweed micropropagation techniques and their potentials: an overview // J. Appl. Phycol. 2008. Vol. 20. P. 619–632.

Reed D.C., Brzezinski M.A., Coury D.A., Graham M., Petty R.L. Neutral lipids in macroalgal spores and their role in swimming // Mar. Biol. 1999. Vol. 133, N 4. P. 737–744.

Renn D.W. Agar and agarose: indispensable partners in biotechnology // Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. 1984. Vol. 23, N 1. P. 17–21.

Retamales C.A., Buschmann A.H. *Gracilaria*–*Mytilus* interaction on a commercial algal farm in Chile // Hydrobiologia. 1996. Vol. 326/327. P. 355–359.

Reyes A.Y. The littoral benthic algae of Siquijor Province. I. Cyanophyta and Chlorophyta // Philipp. J. Sci. 1976. Vol. 105. P. 133–191.

Rheault R.B., Ryther J.H. Growth, yield and morphology of *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyta) under conditions and intermittent seawater spray culture regimes // J. Phycol. 1983. Vol. 19. P. 252–254.

Ritson-Williams R., Paul V.J., Arnold S.N., Steneck R. Larval settlement preferences and post-settlement survival of the threatened Caribbean corals *Acropora palmata* and *A. cervicornis* // Coral Reefs. 2010. Vol. 29. P. 71–81.

Roberts R. A review of settlement cues for larval abalone (*Haliotis* spp.) // J. Shellfish Res. 2001. Vol. 20. P. 571–586.

Robledo D. The seaweed resources of Mexico // Seaweed resources of the World / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 331–342.

Roger D.J., Loveless R.W., Balding P.S. Isolation and characterization of the lectins from sub-species of *Codium fragile* // Lectins. Vol. 5. Berlin: Walter de Gruyter & Co., 1986. P. 155–160.

Rogers D.J., Hori K. Marine algal lectins: new developments // Hydrobiologia. 1993. Vol. 260/261. P. 589–593.

Rogers C.N., De Nys R., Charlton T.S., Steinberg P.D. Dynamics of algal secondary metabolites in two species of sea hare // J. Chem. Ecol. 2000. Vol. 28, N 3. P. 721–744.

Romo H., Avila M., Núñez M., Pérez R., Candia A., Aroca G. Culture of *Gigartina skottsbergii* (Rhodophyta) in southern Chile. A pilot scale approach // J. Appl. Phycol. 2006. Vol. 18. P. 307–314.

Rui L., Jiajun L., Wu C. Effect of ammonium on growth and carrageenan content in *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta) // Hydrobiologia. 1990. Vol. 204/205. P. 499–503.

Runcie J.W., Ritchie R.J., Larkum A.W.D. Uptake and assimilation of phosphorus by *Catenella nipae* and *Ulva lactuca* can be used to indicate ambient phosphate availability // J. Appl. Phycol. 2004. Vol. 16. P. 181–194.

Ryther J.H. Fuels from marine biomass // Oceanus. 1980. Vol. 22. P. 49–58.

Ryther J.H., Goldman J.C., Gifford C.E., Huguenin J.E., Wing A.S., Clarner J.P., Williams L.D., Lapointe B. Physiological models of integrated waste recycling-marine polyculture systems // Aquaculture. 1975. Vol. 5. P. 163–177.

Sakai T., Kimura H., Kato I. A marine strain of Flabobacteriaceae utilizes brown seaweed fucoidan // Mar. Biotechnol. 2002. Vol. 4, N 4. P. 399–405.

Sánchez-Machado D.I., López-Cervantes J., López-Hernández J., Paseiro-Losada P. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds // Food Chem. 2004. Vol. 85, N 3. P. 439–444.

Sanderson J.C. Algal utilization in Tasmania // Appl. Phycol. Forum. 1994. Vol. 11(1–2). P. 2–4.

Sandford P.A., Baird J.B. Industrial utilization of polysaccharides // The polysaccharides / Aspinall G.O. (Ed.). New York: Academic Press, 1983. Vol. 2. 411 p.

- Santelices B.* The wild harvest and culture of the economically important species of *Gelidium* in Chile // Case Studies of Seven Commercial Seaweed Resources. Vol. 281: FAO Fisheries Technical Papers / Doty M.S., Cady J., Santelices B. (Eds). 1986. P. 165–192
- Santelices B., Doty M.* A review of *Gracilaria* farming // Aquaculture. 1989. Vol. 78. P. 95–133.
- Santelices B., Fonck E.* Ecología y cultivo de *Gracilaria lemaneiformis* en Chile central // Actas sobre el primer symposium sobre algas marinas Chilenas / Santelices B. (Eds). Santiago, Chile: Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, 1979. P. 165–200.
- Santelices B., Ugarte R.* Ecological differences among Chilean populations of commercial *Gracilaria* // J. Appl. Phycol. 1990. Vol. 2. P. 17–26.
- Santelices B., Montalva S., Oliger P.* Competitive algal community organization in exposed intertidal habitats from central Chile // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1981. Vol. 6. P. 267–276.
- Saraswathi S.J., Babu B., Rengasamy R.* Seasonal studies on the alginate and its biochemical composition I: *Sargassum polycystum* (Fucales, Phaeophyceae) // Phycol. Res. 2003. Vol. 51, N 4. P. 240–243.
- Schaffelke B.* Storage carbohydrates and abscisic acid contents in *Laminaria hyperborea* are entrained by experimental daylengths // Eur. J. Phycol. 1995. Vol. 30, N 4. P. 313–317.
- Schneider O., Sereti V., Eding E.H., Verreth J.A.J.* Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems // Aquac. Eng. 2004. Vol. 32. P. 379–401.
- Schoenwaelder M.F.A., Clayton M.N.* Secretion of phenolic substances into zygote wall and cell plate in embryos of *Hormosira* and *Acrocarpia* (Fucales, Phaeophyceae) // J. Phycol. 1998. Vol. 34. P. 969–980.
- Schuenhoff A., Mata L., Santos R.* The tetrasporophyte of *Asparagopsis armata* as a novel seaweed biofilter // Aquaculture. 2006. Vol. 252. P. 3–11.
- Seckbach J., D.J. Chapman* (Eds.) Red algae in the Genomic Age // Cellular origin life in extreme habitats and astrobiology. Vol. 13. / Seckbach J. (Eds). Springer, 2010. 498 p.
- Seifulla R., Abidoff M.T., Jimenes del Rio M., Ziegenfuss T.N., Krendal F.* Extract of marine plant *Cystoseira canariensis* (Cystocan), supplemented with whey protein and creatine, enhance muscle creatine content and protein synthesis in healthy, sedentary males participating in a resistance-training program // 19th Int. Seminar on Global Clinical Trial Management and Temperature-Controlled Logistics. Berlin, Germany, 2009.
- Selvaraj R., Sivakumar K., Ayyappan M.* Bioactive compounds from marine macroalgae // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 187.
- Sezer A.D., Hatipoğlu F., Cevher E., Oğurtan Z., Baş A.L., Akbuğa J.* Chitosan film containing fucoidan as a wound dressing for dermal burn healing: Preparation and in vitro/in vivo evaluation // AAPS Pharma. Sci. Tech. 2007. Vol. 8, N 2. Artical 39.
- Shan B., Yoshida Y., Kuroda E., Yamashita U.* Brief communication immunomodulating activity of seaweed extract on human lymphocytes in vitro // Int. J. Immunopharmacology. 1999. Vol. 21, N 1. P. 59–70.
- Shi S.Y., Zhang Y.X., Li Z.E., Liu W.Q.* 1984. The yield and properties of agar extracted from different life stages of *Gracilaria verrucosa*. Hydrobiologia. Vol. 116/117. P. 551–553.
- Shibata H., Kimura-Takagi I., Nagaoka M., et al.* Inhibitory effect of *Cladosiphon* fucoidan on the adhesion of *Helicobacter pylori* to human gastric cells // J. Nutr. Sci. Vitaminol. 1999. Vol. 45. P. 325–326.
- Shibata T., Ishimaru K., Kawaguchi S., Yoshikawa H., Hama Y.* Antioxidant activities of phlorotannins isolated from the Japanese Laminariaceae // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 186.
- Shibata T., Ishimaru K., Kawaguchi S., Yoshikawa H., Hama Y.* Antioxidant activities of phlorotannins isolated from the Japanese Laminariaceae // J. Appl. Phycol. 2008. Vol. 20, N 5. P. 705–711.
- Shiomi K., Yamanaka H., Kikuchi T.* Purification and physicochemical properties of hemagglutinin (GVA-1) in the red alga *Gracilaria verrucosa* // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1981. Vol. 47. P. 1079–1084.
- Siddhanta A.K., Modu K.H., Ramavat B.K., Chauhan V.D., Garg H.S. et al.* Bioactivity of marine organisms: Part VIII-screening of some marine flora of western coast of India // Indian J. Exp. Biol. 1997. Vol. 35. P. 638–643.
- Simon-Colin C., Kervarec N., Pichon R., Deslandes E.* 2002. Complete ¹H and ¹³C spectral assignment of floridoside // Carbohydr. Res. Vol. 337, N 3. P. 279–280.
- Siriwardhana N., Lee K.-W., Jeon J.* Radical scavenging potential of hydrophilic phlorotannins of *Hizikia fusiformis* // Algae. 2005. Vol. 20, N 1. P. 69–75.
- Skelton P.A.* Seaweeds of American Samoa. Pago Pago, American Samoa: Department of Marine and Wildlife Resources, 2003. 103 p.

- Skelton P.A., South G.R. New records and notes on marine benthic algae of American Samoa: Chlorophyta, Phaeophyta // *Cryptogamie Algol.* 2000. Vol. 425. P. 291–312.
- Skriptsova A.V., Choi H.-G. 2009. Taxonomic revision of *Gracilaria «verrucosa»* from the Russian Far East based on morphological and molecular data // *Bot. Mar.* Vol. 52. P. 331–340.
- Skriptsova A.V., Titlyanova T.V., Titlyanov E.A. Red algae of the genus *Gracilaria* in the south of Russian Far East // *Russ. J. Mar. Biol.* 2001. Vol. 27. P. 538–542.
- Smit A.J., Bolton J.J. Organismic determinants and their effect on growth and regeneration in *Gracilaria gracilis* // *J. Appl. Phycol.* 1999. Vol. 11. P. 293–299.
- Sohn C.H. The seaweed resources of Korea // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 15–33.
- Sousa W.P. The role of disturbance in natural communities // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1984. Vol. 15. P. 353–91.
- Sousa-Pinto I. The seaweed resources of Portugal // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 176–184.
- Sousa-Pinto I., Murano E., Coelho S., Felga A., Pereira R. The effect of light on growth and agar content of *Gelidium pulchellum* (Gelidiaceae, Rhodophyta) in culture // *Hydrobiologia.* 1999. Vol. 398/399. P. 329–338.
- Stambler N. Zooxanthellae: the yellow symbionts inside animals // *Coral reefs: An ecosystem in transition* / Dubinsky Z., Stambler N. (Eds). London; New York: Springer. 2011. P. 87–106.
- Stekoll M.S. The seaweed resources of Alaska / *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 258–265.
- Stekoll M.S., Deysher L.E., Hess M. A remote sensing approach to estimating harvestable kelp biomass // *J. Appl. Phycol.* 2006. Vol. 18. P. 323–334.
- Stephen A.M., Glyn O.P., Williams P.A. (Eds). *Food polysaccharides and their applications*. CRC press Taylor and Francis Group Boca Raton, 2006. 733 p.
- Stiger V., Deslandes E., Payrl C.E. Phenolic contents of two brown algae, *Turbinaria ornata* and *Sargassum mangarevense* on Tahiti (French Polynesia): interspecific, ontogenetic and spatio-temporal variations // *Bot. Mar.* 2004. Vol. 47, N 11. P. 402–409.
- Strain L.W.S., Borowitzka M.A., Daume S. Growth and survival of juvenile greenlip abalone (*Haliotis laevis*) feeding on germlings of the macroalgae *Ulva* sp. // *J. Shellfish Res.* 2006. Vol. 25, N 1. P. 239–247.
- Strain L.W.S., Isdepsky A., Borowitzka M.A., Daume S. Three algal propagation methods assessed to create a Rhodophyta diet for juvenile greenlip abalone (*Haliotis laevis*) in the later nursery phase // *J. Shellfish Res.* 2007. Vol. 26, N 3. P. 737–744.
- Stuart M.D., Brown M.T. Growth and diet of cultivated black-footed abalone, *Haliotis iris* (Martyr) // *Aquaculture.* 1994. Vol. 127. P. 329–337.
- Subandar A., Petrell R.J., Harrison P.J. *Laminaria* culture for reduction of dissolved inorganic nitrogen in salmon farm effluent // *J. Appl. Phycol.* 1993. Vol. 5. P. 455–463.
- Sugiura Y., Matsuda K., Yamada Y., Nishikawa M., Shioya K., Katsuzaki H., Imai K., Amano H. Anti-allergic phlorotannins from the edible brown alga, *Eisenia arborea* // *Food Sci. Techn. Res.* 2007. Vol. 13, N 1. P. 54–60.
- Suzuki M., Daitoh M., Vairappan C.S., Abe T., Masuda M. Novel halogenated metabolites from the Malaysian *Laurencia pannosa* // *J. Nat. Prod.* 2001. Vol. 64, N 5. P. 597–602.
- Suzuki Y., Yamamoto I., Umezawa I. Antitumor effect of seaweed. Partial purification and the antitumor effect of polysaccharides from *Laminaria angustata* Kjellman var. *longissima* Miyabe // *Chemotherapy.* 1980. Vol. 28. P. 165–170.
- Szmant A. Nutrient enrichment on coral reefs: is it a major cause of coral reef decline? // *Estuaries.* 2002. Vol. 25, N. 4. P. 743–766.
- Takagi M., Oishi K., Okamura A. Free amino acid composition of some species of marine algae // *Bull. Jap. Soc. Fish.* 1967. Vol. 33, N 7. P. 669–673.
- Takahashi M. Studies on the mechanisms of host-mediated antitumor action of crude fucoidan from a brown alga *Eisenia bicyclis* // *J. Jpn. Soc. Reticuloendothel. Syst.* 1983. Vol. 22. P. 269–283 (in Japanese).
- Tako M., Yoza E., Tohma S. Chemical characterization of acetyl fucoidan and alginate from commercially cultured *Cladosiphon okamuranus* // *Bot. Mar.* 2000. Vol. 43, N 4. P. 393–398.
- Tanaka K., Hagino H., Kakinuma M., Amano H. Effect of Nori peptide on vasodilation and blood flow promotion *in vivo* // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007.* P. 190.

Tasende M.G., Fraga M.I., Cid M., Saborido S., Queguineur B., Morrissey J., Kraan S., Hanniffy D., Rodriguez L., Fernandez M.L. Approach for a sustainable exploitation of carrageenan seaweed resources in Galicia (NW Spain) and Ireland // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 125.

Taylor W.R. Plants of Bikini and other northern Marshall Islands. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1950. 227 p.

Taylor W.R. Marine algae of the Eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1960. 870 p.

Taylor W.R. Records of Asian and Western Pacific marine algae, particularly from Indonesia and the Philippines // Pac. Sci. 1966. Vol. 20. P. 342–359.

Thacker R.W., Valerie J.P. Morphological, chemical, and genetic diversity of tropical marine Cyanobacteria *Lyngbya* spp. and *Symploca* spp. (*Oscillatoriales*) // Appl. Environ. Microbiol. 2004. Vol. 70, N 6. P. 3305–3312.

Titlyanov E. A. The stable level of coral primary production in a wide light range // Hydrobiologia. 1991. Vol. 216/217. P. 383–387.

Titlyanov E.A., Titlyanova T.V. Reef-building corals-symbiotic autotrophic organisms: 2. Pathways and mechanisms of adaptation to light // Russ. J. Mar. Biol. 2002. Vol. 28. P. 16–31

Titlyanov E.A., Tsukahara J., Titlyanova T.V. et al. Zooxanthellae population density and physiological state of the coral *Stylophora pistillata* during starvation and osmotic shock // Symbiosis. 2000. Vol. 28. P. 303–322.

Titlyanov E.A., Titlyanova T.V., Amat A., Yamazato K. Morphophysiological variations of symbiotic dinoflagellates in hermatypic corals from a fringing reef at Sesoko Island // Galaxea. 2001. Vol. 3. P. 51–63.

Titlyanov E.A., Titlyanova T.V., Yakovleva I.M., Nakano Y., Bhagooli R. Regeneration of artificial injuries on scleractinian corals and coral-algal competition for newly formed substrate // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2005. Vol. 323. P. 27–42.

Titlyanov E.A., Titlyanova T.V., Kadel P., Lüning K. New methods of obtaining plantlets and tetraspores from fragments and cell aggregates of meristematic and submeristematic tissue of the red alga *Palmaria palmata* // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2006a. Vol. 339. P. 55–64.

Titlyanov E.A., Titlyanova T.V., Kadel P., Lüning K. Obtaining plantlets from apical meristem of the red alga *Gelidium* sp. // J. Appl. Phycol. 2006b. Vol. 18. P. 164–174.

Titlyanov E.A., Yakovleva I.M., Titlyanova T.V. Interaction between benthic algae (*Lyngbya bouillonii*, *Dictyota dichotoma*) and scleractinian coral *Porites lutea* in direct contact // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2007. Vol. 342. P. 282–291.

Titlyanov E. A., Titlyanova T.V., Chapman D.J. Dynamics and patterns of algal colonization on mechanically damaged and dead colonies of the coral *Porites lutea* // Bot. Mar. 2008. Vol. 51. P. 285–296.

Tobacman J.K., Wallace R.B., Zimmerman M.B. Consumption of carrageenan and other water-soluble polymers used as food additives and incidence of mammary carcinoma // Medical Hypotheses. 2001. Vol. 56, N 5. P. 589–598.

Tolnai S., Morgan J.F. Studies on the in vitro antitumor activity of fatty acids VII. Effect of amino acid-fatty acids salts // Can. J. Biochem. 1966. Vol. 44. P. 979–981.

Toma T. Cultivation of the brown alga *Cladosiphon okamuranus* «Okinawa-mozuku» // Seaweed Cultivation and Marine Ranching / Ohno M., Critchley A.T. (Eds). Kanagawa; International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 51–57.

Tormena T., Copertino M. Cultivation of the seaweed *Ulva clathrata* within shrimp ponds // Abstracts 19th International Seaweed Symposium. Kobe, 2007. P. 147.

Touchette B.W., Burkholder J.M. Overview of the physiological ecology of carbon metabolism in seagrasses // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2000. Vol. 250, N 1–2. P. 169–205.

Trench R.K., Blank R.J. *Symbiodinium microadriaticum* Freudenthal, *S. goreauii* sp. nov. and *S. pilosum* sp. nov.: Gymnodinioid dinoflagellate symbionts of marine invertebrates // J. Phycol. 1987. Vol. 23. P. 469–481.

Troell M. Integrated mariculture: its role in future aquaculture development / FAO/Naca Regional Workshop on the Future of Mariculture: a Regional Approach for Responsible Development in the Asia-Pacific Region. Guangzhou, China, 7–11 March, 2006 / Lovatelli A., Phillips M.J., Arthur J.R., Yamamoto K. (Eds) // FAO Fish. Proc. 2008. N. 11. P. 323–325.

Troell M., Halling C., Nilsson A., Buschmann A.H., Kautsky N., Kautsky L. Integrated open-sea cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariaceae) and salmonids for reduced environmental impact and increased economic output // Aquaculture. 1997. Vol. 156. P. 45–62.

- Troell M., Halling C., Neori A., Buschmann A.H., Chopin T., Yarish C., Kautsky N. Integrated mariculture: asking the right questions // *Aquaculture*. 2003. Vol. 226. P. 69–80.
- Trono G.C. The marine benthic algae of the Caroline Islands, I. Introduction, Chlorophyta and Cyanophyta // *Micronesica*. 1968. Vol. 4. P. 137–206.
- Trono G.C., Ganzon-Fortes E.T. Philippine Seaweeds. Manila: National Bookstore, Inc., 1988. 330 p.
- Trono G.C.Jr. *Eucheuma* and *Kappaphycus*: taxonomy and cultivation // *Seaweed cultivation and Marine Ranching* / Ohno M., Critchley A.T. (Eds). Kanagawa: International Fisheries Training Center, JICA, 1993. P. 75–88.
- Trono G.C. Jr. The seaweed resources of the Philippines // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 47–61.
- Trono G.C.Jr., Toma T. Cultivation of the green alga *Caulerpa lentillifera* // *Seaweed Cultivation and Marine Ranching* / Ohno M., Critchley A.T. (Eds). Kanagawa: International Fisheries Training Center; JICA, 1993. P. 17–25.
- Tsang C.K., Ina A., Kamei Y. Sargachromenol, a novel nerve growth factor-potentiating substance isolated from *Sargassum macrocarpum*, promotes neurite outgrowth and survival via distinct signaling pathways in PC12D cells // *Neuroscience*. 2005. Vol. 132. P. 633–643.
- Tsang C.K., Ina A., Kamei Y. Nerve growth factor-potentiating substances found in a marine brown alga, *Sargassum macrocarpum* // *Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007*. P. 56.
- Tseng C.K. Studies on the marine Chlorophyceae from Hainan. I // *Chin. Mar. Biol. Bull.* 1936. Vol. 1. P. 129–200.
- Tseng C.K. Studies on the marine Chlorophyceae from Hainan. II // *Lingnan Sci. J.* 1938. Vol. 17, N 2. P. 141–149.
- Tseng C.K. (Ed.). *Common seaweeds of China*. Beijing: Science Press, 1983. 316 p.
- Tseng C.K. Algal biotechnology industries and research activities in China // *J. Appl. Phycol.* 2001. Vol. 13, N 4. P. 375–380.
- Tseng C.K., Dong M.L. Studies on some marine algae from the Xisha Islands, Guangdong Province, China // *Stud. Mar. Sinica*. 1978. Vol. 12. P. 41–50.
- Tsutsui I., Huynh Q.N., Nguyễn H.D., Arai S., Yoshida T. The common marine plants of southern Vietnam. Kochi: Japan Seaweed Association, 2005. 250 p.
- Tylor C. The seaweed jelly-diet cookbook guide. Vancouver: Lulu com., 2009. 140 p.
- Ugarte R., Santelices B. Experimental tank cultivation of *Gracilaria chilensis* in central Chile // *Aquaculture*. 1992. Vol. 101. P. 7–16.
- Uriarte I., Roberts R., Farias A. The effect of nitrate supplementation on the biochemical composition of benthic diatoms and the growth and survival of post-larval abalone // *Aquaculture*. 2006. Vol. 26, N 1. P. 423–429.
- Usov A.I., Arkhipova V.S. Polysaccharides of algae. 30. Methylation of κ -carrageenan-type polysaccharides of the red algae *Tichocarpus crinitus* (Gmel.) Rupr., *Furcellaria fastigiata* (Huds.) Lam. and *Phyllophora nervosa* (de Cand.) Grev. // *Bioorg. Khim.* (in Russian). 1981. Vol. 7. P. 385–390.
- Usov A.I., Chizhov A.O. The structure and ^{13}C NMR spectra of mannitol oligo-b-D-glucopyranosides isolated from the brown seaweed *Chorda filum* // *Rus. Chem. Bull.* 1993. Vol. 42, N 10. P. 1742–1745.
- Usov A.I., Klochkova N.G. Polysaccharides of algae. 45. Polysaccharide composition of red seaweeds from Kamchatka coastal waters (Northwestern Pacific) studied by reductive hydrolysis of biomass // *Bot. Mar.* 1992. Vol. 35, N 5. P. 371–378.
- Vairappan C.S. Potent antibacterial activity of halogenated metabolites from Malaysian red alga, *Laurencia majuscula* (Rhodomelaceae, Ceramiales) // *Biomol. Eng.* 2003. Vol. 20, N 4–6. P. 255–259.
- Vairappan C.S., Tan K.L. C-15 Halogenated acetogenin with antibacterial activity against food pathogens // *Malays. J. Sci.* 2009. Vol. 28, N 3. P. 263–268.
- Van Alstyne K.L. Herbivore grazing increases polyphenolic defenses in the intertidal brown alga *Fucus distichus* // *Ecology*. 1988. Vol. 69, N 3. P. 655–663.
- Van Alstyne K.L., Paul V.J. The biogeography of polyphenolic compounds in marine macroalgae: temperate brown algal defenses deter feeding by tropical herbivorous fishes // *Oceanologia*. 1990. Vol. 84. P. 158–163.

- Van Netten C., Hopton Cann S.A., Morley D.R., van Netten J.P. Elemental and radioactive analysis of commercially available seaweed // *Sci. Total Environ.* 2000. Vol. 255. P. 169–175.
- Vandermeulen H., Gordin H. Ammonia uptake using *Ulva* (Chlorophyta) in intensive fishpond system: mass culture and treatment of effluent // *J. Appl. Phycol.* 1990. Vol. 2. P. 363–374.
- Verdier-Pinard P., Lai J.-Y., Yoo H.-D., Yu J., Marques B., Nagle D.G., Nambu M., White J.D., et al. Structure activity analysis of the interaction of Curacin A, the potent colchicine site antimitotic agent, with Tubulin and effects of analogs on the growth of MCF-7 breast cancer cells // *Molec. Pharm.* 1998. Vol. 53, N 1. P. 62–76.
- Vermeij M.J.A., Smith J.E., Smith C.M., Thurber R.V., Sandin S.A. Survival and settlement success of coral planulae: independent and synergistic effects of macroalgae and microbes // *Oecologia*. 2009. Vol. 159. P. 325–336.
- Viera M.P., Gómez Pinchetti J.L., Courtois de Vicose G., Bilbao A., Suárez S., Haroun R.J., Izquierdo M.S. Suitability of three red macroalgae as a feed for the abalone *Haliotis tuberculata coccinea* Reeve // *Aquaculture*. 2005. Vol. 248. P. 75–82.
- Vlachos V., Critchley A.T., Von Holy A. Antimicrobial activity of extracts from selected southern African marine macroalgae // *S. Afr. J. Sci.* 1997. Vol. 93, N 7. P. 328–332.
- Wagner M., Wagner B. Agglutinins in marine brown algae. Dedicated to Professor Dr. H. Knöll on his 65th birthday // *Z. Allg. Microbiol.* 1978. Vol. 18, N 5. P. 355–360.
- Wang S., Zhong F.-D., Zhang Y.-J., Wu Z.-J., Lin Q.-Y., Xie L.-H. Molecular characterization of a new lectin from the marine alga *Ulva pertusa* // *Acta Biochim. Biophys. Sinica*. 2004. Vol. 36, N 2. P. 111–117.
- Wang Z., Zhao X. Extraction and isolation of alginic acid, laminaran and fucoidan from *Sargassum horneri* (Turn.) C. Ag. // *J. Fisher. China/Shuichan Xuebao*. Shanghai. 1985. Vol. 9, N 1. P. 71–77.
- Welsh D.T., Bartoli M., Nizzoli D., Castadelli G., Riou S.A., Viaroli P. Denitrification, nitrogen fixation, community primary productivity and inorganic-N and oxygen fluxes in an intertidal *Zostera noltii* meadow // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2000. Vol. 208. P. 51–65.
- Westermeier R., Gomez I., Rivera P. Suspended farming of *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) at Carquilda River, Maullin, Chile // *Aquaculture*. 1993. Vol. 113. P. 215–229.
- Westermeier R., Patiño D., Piel M.I., Maier I., Mueller D.G. A new approach to kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures *Lessonia trabeculata* and *Macrocystis pyrifera* // *Aquac. Res.* 2006. Vol. 37, N 2. P. 164–171.
- Wheaton F.W., Lawson T.B. Processing aquatic food products. New York: John Wiley and Sons, 1985. 518 p.
- Whistler R.L., DeMiller J.N. Industrial gums, polysaccharides and their derivatives. Chapter 13: 2nd Ed. New York: Academic Press, 1973. P. 289–299.
- Witt H.J. Carrageenan, nature's most versatile hydrocolloid // *Biotechnology of marine polysaccharides* / Colwell R.R., Pariser E.R., Sinskey A.J. (Eds). Washington: Hemisphere Publishing Corp., 1985. P. 453–516.
- Womersley H.B.S. The marine benthic flora of Southern Australia. Part 1. Adelaide: Government Printer, 1984. 329 p.
- Womersley H.B.S., Bailey A. Marine algae of the Solomon Islands // *Philos. T. Roy. Soc. B.* 1970. Vol. 259. P. 257–352.
- Wright A.D., Goclik E.E., König G.M. Three new sesquiterpenes from the red alga *Laurencia perforata* // *J. Nat. Prod.* 2003. Vol. 66, N 3. P. 435–437.
- Wu C. The seaweed resources of China // *Seaweed resources of the World* / Critchley A.T., Ohno M. (Eds). Yokosuka: JICA, 1998. P. 34–45.
- Wynne M.J. Benthic marine algae from the Maldives, Indian Ocean, collected during the R/V Te Vega Expedition // *Contrib. Michigan Univ.* 1993. Vol. 19. P. 5–30.
- Xia B.M. Flora algarum marinarum sinicarum. Tomus II Rhodophyta No. III Gelidiales, Cryptonemiales, Hildenbrandiales. Beijing: Science Press, 2004. 203 p.
- Yakovleva I.M., Titlyanov E.A. Effect of high visible and UV irradiance on subtidal *Chondrus crispus*: stress, photoinhibition and protective mechanisms // *Aquatic Botany*. 2001. Vol. 71. P. 47–61.
- Yakovleva I.M., Yermak I.M., Titlyanov E.A., Barabanova A.O., Glazunov V.P. Changes in growth rates, anatomy and polysaccharide content of sterile form of *Tichocarpus crinitus* under differing photon irradiance in the Sea of Japan (Russia) // *Bot. Mar.* 2001. Vol. 44. P. 491–497.

- Yamada Y. The marine Chlorophyceae from Ryukyu, especially from the vicinity of Nawa // Journal of the Faculty of Science Hokkaido Imp. Univ. 1934. Vol. 5, N 3. P. 33–88.
- Yamada Y. Notes on some Japanese algae. VI // Sci. Pap. Inst. Alg. Res. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. 1935. Vol. 1. P. 27–35.
- Yamada Y., Tanaka T. The marine algae from the Island of Yonakuni // Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. 1938. Vol. 2. P. 53–86.
- Yamamoto I., Nagumo T., Takahashi M., Fujihara M., Suzuki Y., Iizima N. Antitumor effect of seaweeds III. Antitumor effect of an extract from *Sargassum kjellmanianum* // Jpn. J. Exp. Med. 1981. Vol. 51. P. 187–189.
- Yamamoto M., Watanabe Y., Kinoshita H. Effects of water temperature on the growth of red alga *Porphyra yezoensis* form *narawaensis* (nori) cultivated in an outdoor raceway tank // Nippon Suisan Gakkaishi. 1991. Vol. 57. P. 2211–2217.
- Yendo K. Novae algae Japonicae. Decas I–III // Botanical Magazine. 1920. Vol. 34. P. 1–12.
- Yermak I.M., Barabanova A.O., Davidova V.N., Khasina E.I., Solov'eva T.F. Carrageenan inhibits toxic effect on bacterial endotoxin // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 198.
- Yermak I.M., Khotimchenko Y.S. Chemical properties, biological activities and applications of carrageenans from red algae // Recent advances in Marine biotechnology / Fingerman M. and Nagabhushanam R. (Eds.). // Biomaterials and bioprocessing. 2003. Vol. 9. P. 207–255.
- Yokoyama S., Jonouchi K., Imou K. Energy production from marine biomass: Fuel cell generation driven by methane produced from seaweed // Proc. World Academy of Science, Engineering and Technology. 2007. Vol. 22. P. 320–323.
- Yoshie Y., Wang W., Hsieh Y.-P., Suzuki T. Compositional difference of phenolic compounds between two seaweeds, *Halimeda* sp. // Tokyo Univ. Fish. 2002. Vol. 88. P. 21–24.
- Yuan Y., Walsh N.A. Antioxidant and antiproliferation activity // Food Chem. Toxicol. 2006. Vol. 44. P. 1144–1150.
- Zafar M., Chowdhury Z.R., Habiba U. Carrageenan and bio-chemical components of *Hypnea* sp. in the inshore area of St. Martin's Island, Bangladesh // Abstr. 19th Int. Seaweed Symp. Kobe, 2007. P. 203.
- Zavodnik N., Travizi A., de Rosa S. Seasonal variations in the rate of photosynthetic activity and chemical composition of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucr.) Asch. // Scientia Marina. 1998. Vol. 62, N 4. P. 301–309.
- Zertuche-González J.A., Ezquvel Z.G., Brinkhuis B.H. Tank culture of the red seaweed *Eucheuma uncinatum* from the Gulf of California // Cienc. Mar. 1987. Vol. 13, N 2. P. 1–18.
- Zhang Y., Wang H., Yin G. Effect of fucoidan-galactosan sulfate from *Laminaria japonica* on lymphocytes in human peripheral blood in vitro // Chin. J. Mar. Drugs/ Zhongguo Haiyang Yaowu. 2002. Vol. 21, N 5. P. 10–12.
- Zhou Y.I., Yang H.S., Hu H.Y., Liu Y., Mao Y.Z., Zhou H., Xu X.L., Zhang F.S. Bioremediation potential of the macroalga *Gracilaria lemaneiformis* (Rhodophyta) integrated into fed fish culture in coastal waters of north China // Aquaculture. 2006. Vol. 252. P. 264–276.
- Zhuang C., Itoh H., Mizuno T., Ito H. Antitumor active fucoidan from the brown seaweed, umitoranoo (*Sargassum thunbergii*) // Biosci. Biotechnol. Biochem. 1995. Vol. 59, N 4. P. 563–567.
- Ziółkowska N.E., Włodawer A. Structural studies of algal lectins with anti-HIV activity // Acta Biochim. Pol. 2006. Vol. 53. P. 617–626.
- Zubia M., Payri C., Deslandes E. Alginate, mannitol, phenolic compounds and biological activities of two range-extending brown algae, *Sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta, Fucales), from Tahiti (French Polynesia) // J. Appl. Phycol. 2008. Vol. 20, N 6. P. 1033–1043.
- Zvyagintseva T.N., Shevchenko N.M., Chizhov A.O., Krupnova T.N., Sundukova E.V., Isakov V.V. Water-soluble polysaccharides of some far-eastren brown seaweeds. Distribution, structure, and their dependence on the developmental conditions // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2003. Vol. 294, N 1. P. 1–13.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ

- Acanthopeltis japonica* – 72
Acanthopeltis spp. – 72
Acanthophora muscoides – 72, 226
A. spicifera – 72, 227
Acetabularia – 138
A. dentata – 335
A. major – 62, 130
A. ryukyuensis – 336
Acetabularia spp. – 62
Acrochaete leptochaete – 19 (рис. 15)
Adenocystis – 125
Adenocystis spp. – 65
A. utricularis – 65, 126
Aegagropila linnaei – 54
Agardhiella – 149
Agardhiella sp. – 72
A. subulata – 72
Agarum clathratum – 41, 44, 45, 65
A. cribrum – 41, 44, 45, 65
Ahnfeltia – 34, 115, 138
A. plicata – 72
Ahnfeltia spp. – 72
A. tobuchiensis – 31, 40, 72, 118, 129, 133, 150, 186
Ahnfeltiopsis – 36
A. flabelliformis – 73, 196
A. furcellata – 73
Ahnfeltiopsis spp. – 72
Alaria – 45, 138
A. crassifolia – 48
A. esculenta – 46, 65, 131
A. fistulosa – 67
A. marginata – 44, 65
Alaria spp. – 65, 100, 101, 122, 140
Alsidium – 138
A. helminthochorton – 73, 130
Amansia – 138
Amansia glomerata – 73
Amansia spp. – 130
Amphiroa – 27, 138
A. beauvoisii – 73, 130
A. foliacea – 177
A. fragilissima – 178, 324
A. zonata – 73, 130
Anabaena – 28, 59
Analipus japonicus – 41, 48, 65, 242
Aphanocapsa litoralis – 22 (рис. 17)
Arthrospira sp. – 59
Arthrothamnus bifidus – 65
Ascophyllum – 124, 128, 138
A. nodosum – 44, 46, 48, 65, 122, 123, 131, 140, 141, 145, 163
Ascophyllum spp. – 114
Asparagopsis – 138
A. armata – 166
A. taxiformis – 73, 130, 190
Avrainvillea – 138
A. erecta – 11 (рис. 2), 331
A. lacerata – 330
A. longicaulis – 62, 134
Bangia – 32, 33
Betaphycus – 36
B. gelatinum – 73, 121, 130, 135
B. philippinensis – 73
Bornetella nitida – 333
B. oligospora – 332
Bostrychia – 138
B. radicans – 133
B. tenella – 73, 133, 229, 295
Brachytrichia quoyi – 12 (рис. 4)
Bryopsis – 52
B. cupressoides – 62
B. pennata – 313
B. plumosa – 51
Bryothamnion triquetrum – 73
Callophyllis – 36
C. variegata – 73
Caloglossa – 138
C. adnata – 73, 130
C. bengalensis – 73, 130
C. lepreurii – 73, 130

- Caloglossa* spp. – 73
Calothrix – 28
Campylaephora crassa – 221
C. hypnaeoides – 73, 222
Capsosiphon fulvescens – 62
Canistrocarpus cervicornis – 248
Capsosiphon spp. – 62
Carpoblepharis flaccida – 143
Carpopeltis articulata – 83
Catenella nipae – 73
Catenella spp. – 73
Caulerpa – 52, 53, 130, 138, 149, 158
C. brachypus – 62, 132
C. crassa – 132
C. cupressoides – 50, 62, 132, 321
C. lentillifera – 50, 62, 86 (рис. 28), 87, 158, 159, 160 (рис. 46), 161, 322
C. macrophysa – 62
C. mexicana – 323
C. nummularia – 324
C. okamurai – 132
C. peltata – 62, 325
C. racemosa – 11 (рис. 2), 49, 62, 132, 326
C. racemosa var. *corynephora* – 62
C. scapelliformis – 132
C. serrulata – 62, 327
C. sertularioides – 11 (рис. 2), 62, 328
C. spiralis – 132
Caulerpa spp. – 62, 84, 86, 130
C. taxifolia – 62, 172, 329
Centroceras – 138
C. clavulatum – 73, 132, 133, 217
Ceramium – 138
C. kondoi – 73, 218
C. macilentum – 219
Ceramium spp. – 73, 130
Chaetomorpha – 63
C. antennina – 53, 293
C. basiretrorsa – 294
C. crassa – 63
C. javanica – 295
C. linum – 63, 295, 296
C. moniligera – 297
Chaetomorpha spp. – 63
Champia – 138
C. parvula – 73, 132, 215
C. salicornioides – 73, 133
Chara sp. – 12 (рис. 3)
Chnoospora implexa – 65, 247
Chondracanthus – 36
C. acicularis – 73
C. canaliculatus – 73
C. chamissoi – 73
C. intermedius – 73, 194
Chondracanthus spp. – 73
Chondria – 130, 138
C. armata – 74, 129, 130
C. decipiens – 230
C. baileyana – 74, 134
C. crassicaulis – 31, 74
C. dasyphylla – 40, 231
Chondrophycus – 138
C. cartilagineus – 74
C. concretus – 233
C. dotyi – 31
Chondrus – 36, 119, 138
C. armatus – 31, 74, 133, 135
C. crispus – 36, 74, 119, 120, 131, 145, 150, 165–167
C. ocellatus – 74, 192
C. pinnulatus – 37, 193
Chondrus spp. – 74, 120
Chorda – 138
C. filum – 42, 66, 131, 175, 237
Chordaria – 130
Chordaria flagelliformis – 239
Cladophora – 28, 50, 53, 138
C. flexuosa – 12 (рис. 3), 298
C. herpestica – 299
C. hutchinsiae – 300
C. laetevirens – 19 (рис. 14), 301
C. sauteri – 54
Cladophora spp. – 63, 130
C. vagabunda – 302
Cladosiphon – 125, 149, 158
Cladosiphon spp. – 63, 66, 125
C. okamuranus – 66, 126, 127, 145, 154, 158, 240
Codium – 50, 52, 54, 55, 131, 138
C. adhaerens – 132, 307
C. arabicum – 63, 308
C. bartlettii – 63
C. cylindricum – 137
C. dichotomum – 55
C. edule – 63
C. fragile – 51, 53, 63, 129, 132, 135
C. geppiorum – 309
C. giraffa – 51
C. intricatum – 63, 310
C. latum – 132
C. reediae – 50, 51
C. repens – 311
Codium spp. – 63, 130
C. taylorii – 63
C. tenue – 63, 130
C. tomentosum – 63, 130
C. vermilara – 53
C. yezoense – 312

- Coccophora langsдорфii* – 263
Coleofasciculus chthonoplastes – 16 (рис. 10), 22 (рис. 17)
Colpomenia – 138
C. bullosa – 66, 132
C. sinuosa – 47, 66, 243
Corallina – 138
C. officinalis – 74, 130
C. pilulifera – 40, 179
C. rubens – 80, 130
C. squamata – 80, 130
Corallina spp. – 74, 130
Costaria costata – 41, 44, 48, 261
Cymodocea nodosa – 57
C. serrulata – 14 (рис. 7)
Cymathaere japonica – 41, 69
Cystophyllum hakodatense – 48
Cystoseira – 42, 101, 125, 138, 222
C. adriatica – 48
C. articulata – 130
C. barbata – 48, 66
C. canariensis – 114, 127
C. compressa – 46
C. crassipes – 49, 66, 133, 134
C. crinita – 48
C. humilis – 114
C. spinosa – 48
Cystoseira spp. – 66
Dasya sessilis – 224
Dasycladus – 53
D. vermicularis – 53
Delisea pulchra – 38
Dermonema – 138
D. dichotomum – 74
Dermonema spp. – 74
D. virens – 74
Desmarestia viridis – 258
Desmarestia spp. – 66
Dichotomaria marginata – 74, 187
Dictyopteris – 47, 131, 138
D. delicatula – 66, 132–134
D. divaricata – 253
Dictyopteris spp. – 66
Dictyosphaeria – 138
D. cavernosa – 63, 130, 305
D. versluysii – 306
Dictyota – 28, 46, 47, 138, 167
D. bartayresiana – 249
D. coreacea – 47
D. caribaea – 66, 133
D. dentata – 66
D. dichotoma – 47, 66, 133, 250
D. friabilis – 251
D. mertensii – 66, 252
Dictyota spp. – 66, 130
Digenea – 138
D. simplex – 74, 129, 130, 232
Dilsea spp. – 74
Dumontia – 138
Dumontia spp. – 74, 130
Durvillaea antarctica – 66, 122, 123
D. potatorum – 66
Durvillaea spp. – 66
Ecklonia – 128, 138
E. cava – 66, 134
E. kurome – 134
E. maxima – 66, 122, 123, 143
E. radiata – 66, 143
E. stolonifera – 66
Ecklonia spp. – 66, 150
Egregia menziesii – 46, 47
Egregia sp. – 66
Eisenia – 45, 138
E. arborea – 131, 138
E. bicyclis – 42, 47–49, 66, 130, 134, 136, 137
Eisenia spp. – 66
Endarachne binghamiae – 41, 47, 66
Enhalus acoroides – 171
Enteromorpha – 63, 64
E. clathrata – 64
E. compressa – 64, 130, 144
E. flexuosa – 49, 64
E. intestinalis – 64, 130
E. linza – 64, 132
E. prolifera – 51, 65, 135
Enteromorpha spp. – 63, 64
Entophysalis – 28
Eucheuma – 36, 119–121, 136, 138, 149, 168, 170
E. arnoldii – 74
E. cartilagineum – 74
E. cottonii – 80
E. denticulatum – 36, 75, 120, 130
E. isiforme – 36, 37, 75
E. gelatinae – 73, 121, 130, 135
E. muricatum – 75, 130
E. serrata – 32, 75, 132, 136
E. spinosum – 75
Eucheuma spp. – 74, 120, 121, 154
E. striatum – 36, 80
E. uncinatum – 37, 75
Eualaria fistulosa – 67
Fucus – 45, 48, 128, 138
F. distichus – 67
F. evanescens – 44, 45, 48, 49, 67, 127, 134, 281
F. gardneri – 67
F. serratus – 48, 67

- Fucus* spp. – 67, 114
F. vesiculosus – 44, 48, 67, 131, 137, 145, 166
F. virsoides – 48
Furcellaria fastigiata – 75, 127
F. lumbricalis – 75
Galaxaura – 27, 138
G. marginata – 74
G. oblongata – 83
Gayliella flaccidum – 16 (рис. 9)
Gelidiella – 138
G. acerosa – 75, 112 (рис. 39), 117, 118, 132, 133, 184
Gelidiella spp. – 75
G. tenuissima – 81
Gelidium – 34, 115, 118, 138, 149
G. abbottiorum – 75
G. amansii – 35, 75, 117, 130, 181
G. chilense – 35, 75
G. corneum – 75, 118, 150
G. crinale – 75
G. howei – 75, 118
G. japonicum – 75
G. latifolium – 35, 76, 130
G. lingulatum – 35, 76
G. madagascariense – 76
G. micropterum – 35
G. pacificum – 76
G. pristoides – 76
G. pulchellum – 35, 76
G. pusillum – 35, 76, 182
G. rex – 76
G. robustum – 35, 76
G. sesquipedale – 75, 118, 150
G. spinosum – 35, 76
Gelidium spp. – 75, 117, 130, 150, 170
G. subcostatum – 83
Gigartina – 36, 138, 149
G. acicularis – 73
G. alveata – 36
G. angulata – 36
G. atropurpurea – 76, 83, 150, 154
G. canaliculata – 73
G. chamissoi – 73
G. clavifera – 36
G. decipiens – 36
G. gelatinosa – 76, 130
G. intermedia – 73
G. pistillata – 37
G. skottsbergii – 76
Gigartina spp. – 76, 120
G. tuberculosa – 36
Gloiopeltis – 34, 128, 131, 138
G. complanata – 76
G. furcata – 76, 200
Gloiopeltis spp. – 76, 115, 128
G. tenax – 76
Gracilaria – 34, 101, 103, 115, 136, 138, 143, 145, 146, 149, 168
G. aculeata – 77
G. arcuata – 35, 77, 206
G. asiatica – 78, 117, 118
G. bailinae – 78, 161 (рис. 48)
G. blodgettii – 35, 77, 102, 207
G. bursa – 165
G. bursa-pastoris – 77, 166
G. canaliculata – 77
G. caudata – 79
G. cervicornis – 76, 144
G. changii – 77
G. chilensis – 77, 117, 143, 150, 155, 157, 163, 166
G. chorda – 77
G. confervoides – 77
G. cornea – 79, 142, 144
G. coronopifolia – 77, 102, 208
G. corticata – 77, 132, 133
G. crassa – 77
G. crassissima – 79
G. dendroides – 77
G. domingensis – 77
G. edulis – 79, 117
G. eucheumatoides – 79, 102, 130
G. firma – 77
G. fisheri – 79
G. foliifera – 77
G. gigas – 77
G. gracilis – 77, 165, 166
G. heteroclada – 77, 78, 144, 161
G. howensis – 77
G. lemaneiformis – 78, 118
G. lichenoides – 79, 130, 131
G. longa – 77
G. maramae – 77
G. parvispora – 78, 166
G. salicornia – 35, 78, 102, 103 (рис. 34), 209
G. secundata – 78, 163
G. sjoestedtii – 102
G. spinulosa – 210
Gracilaria spp. – 38, 76, 102, 143, 145, 147, 148 (рис. 41), 154, 159, 165
G. tenuistipitata – 78, 117, 118, 168 (рис. 49), 211
G. textorii – 78, 166
G. tikvahiae – 163
G. truncata – 34, 78
G. vermiculophylla – 31, 32, 34, 35, 39, 78, 117, 118, 133, 212
G. verrucosa – 31, 32, 35, 39, 77, 102, 117, 130, 133

- Gracilariopsis* – 34
G. bairdii – 166
G. heteroclada – 78, 143, 166
G. lemaneiformis – 35, 78, 117, 118, 166
G. longissima – 78, 130, 165, 166
Gracilariopsis spp. – 78
G. tenuifrons – 78
Grateloupia – 138
G. asiatica – 201
G. divaricata – 202, 221
G. filicina – 78, 130, 203
G. ramosissima – 78
G. turuturu – 33 (рис. 22), 40, 78, 129, 204
Grateloupia spp. – 78
Griffithsia – 132, 138
G. japonica – 220
Griffithsia sp. – 32
Gymnogongrus furcellatus – 73
Halimeda – 27, 52, 54, 138
H. discoidea – 17 (рис. 11), 63, 314
H. incrassata – 134, 315
H. macroloba – 53, 63, 316
H. macrophysa – 317
H. opuntia – 53, 318
H. simulans – 319
Halimeda spp. – 63, 130
Halymenia – 10, 138
H. dilatata – 10 (рис. 1), 78, 205
H. durvillei – 78
H. floresii – 78, 133
H. formosa – 31
Halymenia spp. – 78
H. tuna – 320
H. venusta – 78
Haplasiphon – 59
Herposiphonia secunda – 19 (рис. 14)
Heterosiphonia – 138
H. gibbesii – 133
H. japonica – 225
Heterochordaria abietina – 65
Himanthalia elongata – 46, 67
Hizikia fusiformis – 41, 45, 47, 49, 70, 101, 134, 135, 137
Hormophysa cuneiformis – 67, 264
Hydroclathrus – 138, 167
H. clathratus – 67, 245
H. tenuis – 244
Hydropuntia – 34, 138, 149
H. caudata – 79
H. cornea – 79, 142–144
H. crassissima – 79
H. edulis – 20 (рис. 16), 79, 117, 130, 131, 213
H. eucheumatoides – 79, 102, 130, 214
H. fisheri – 79
Hydropuntia spp. – 78
Hypnea – 36, 128, 131, 138, 149, 167
H. boergesenii – 79
H. cervicornis – 79
H. musciformis – 37, 79, 128, 130, 132, 142–144, 150, 154, 166
H. pannosa – 80, 197
Hypnea sp. – 36
H. spinella – 12 (рис. 3), 19 (рис. 15), 80, 142, 143, 144, 198
Hypnea spp. – 79, 115, 121
H. valentiae – 80, 130, 132, 199
Iridaea – 128
I. ciliata – 80, 121
I. crispata – 83
I. laminarioides – 81
I. membranacea – 81
Iridaea spp. – 80, 115
I. tuberculosa – 36
I. undulosa – 80
Ishige okamurai – 47
Jania – 138
J. adhaerens – 80, 137, 180, 324
J. capillacea – 12 (рис. 3)
J. rubens – 80, 130
J. squamata – 80, 130
Jeannerettia lobata – 80, 143
Kappaphycus – 36, 119, 121, 149, 170
K. alvarezii – 37, 80, 109 (рис. 36), 119, 120, 143, 144, 154, 155, 157 (рис. 44), 159, 162, 166, 191
K. cottonii – 80
K. inerme – 80
K. procrusteanum – 80
Kappaphycus spp. – 80, 109, 120, 154
K. striatus – 36, 80
Kjellmaniella – 45, 138
K. crassifolia – 133, 136
Laminaria – 49, 114, 125, 128, 138, 149, 171
L. angustata – 41, 42, 44, 47, 69, 136
L. appressirhiza – 68
L. bongardiana – 43, 44, 69
L. cichorioides – 45, 47, 69, 134
L. dentigera – 69
L. digitata – 46, 48, 68, 122, 124, 131, 145, 167, 168
L. groenlandica – 69
L. hyperborea – 44, 48, 68, 122, 124
L. japonica – 41–43, 47–49, 69, 123, 133–136, 154
L. longicuris – 69, 168
L. longipes – 69
L. ochroleuca – 46, 68
L. pallida – 68
L. peterseniana – 72

- L. religiosa* – 45, 69
L. saccharina – 46, 48, 69
L. solidungula – 68
L. setchellii – 68, 135, 136
Laminaria sp. – 49
Laminaria spp. – 67, 68, 84, 114, 131, 140, 166
L. yezoensis – 68
Laurencia – 37, 138, 143
L. cartilaginea – 74
L. composita – 38
L. dotyi – 31
L. filiformis – 38
L. japonensis – 38
L. majuscula – 38, 133
L. microcladia – 38, 80, 133
L. nangii – 133
L. nipponica – 31, 38, 221, 234
L. obtusa – 38, 81, 132, 134, 144
L. pannosa – 38
L. papillosa – 81
L. perforata – 38
L. pinnatifida – 81
L. scoparia – 38
Laurencia spp. – 80, 130, 292
L. venusta – 38
L. viridis – 38
Lessonia – 138
L. laminarioides – 69
L. nigrescens – 68, 135, 143
Leptolyngbya valderiana – 59
Lessonia spp. – 68
L. trabeculata – 68, 122, 124, 143, 144, 156, 157
Levringia boergesenii – 49
Lithophyllum – 27
Lithothamnion – 22, 27
Lithothamnion phymatodeum – 40
Lithothamnion spp. – 81
Lobophora – 138
L. variegata – 46, 68, 133, 134, 254
Lomentaria hakodatensis – 216
Lyngbya – 28
L. majuscula – 16 (рис. 10), 60
Lyngbya sp. – 60
Lyngbya spp. – 83, 130
Macrocystis – 138
M. angustifolia – 68, 143
M. integrifolia – 68, 135, 136, 150
M. leutkeana – 68, 69, 122
M. pyrifera – 68, 69, 122, 124, 143, 144, 147, 150, 156, 157
Macrocystis spp. – 68, 100, 114, 131, 150
Mastocarpus – 36
M. pacificus – 40
M. papillatus – 81
Mastocarpus spp. – 81
M. stellatus – 36, 81
Mazzaella – 34
M. laminarioides – 81
M. membranacea – 81
Melanamansia glomerata – 228
Meristotheca – 138, 149
M. papulosa – 81, 135
M. procumbens – 81
Meristotheca spp. – 81
Microcystis spp. – 59
Monostroma – 50, 57, 138, 149, 158
M. grevillei – 63
M. latissimum – 59
M. nitidum – 63, 130, 132, 282
M. oxispermum – 50
Monostroma spp. – 63, 84, 154
Myriogramme livida – 81
Nemacystis – 125, 138
N. decipiens – 45, 69, 126, 130, 131
N. luetkeana – 69, 136
Nemacystus spp. – 69
Nemalion vermiculare – 81, 185
Neogardhiella baileyi – 72
Neodilsea yendoana – 31
Neorhodomela – 138
N. larix – 81, 133, 134, 221, 236
Neosiphonia harlandii – 238
N. japonica – 40, 129, 237
N. sphaerocarpa – 38
Nereocystis – 101, 138
N. luetkeana – 69, 135, 136
Nereocystis spp. – 69, 131
Nitophyllum lividum – 81
Nodularia – 28
Nostoc – 59
N. ellipsosporum – 59
N. linckia – 59
Nostoc sp. – 59
N. spongiaeforme – 59
Odonthalia corymbifera – 38
Oscillatoria – 12, 28, 59
O. limosa – 22 (рис. 17)
Osmundea pinnatifida – 81
Ostreobium quekettii – 18 (рис. 13)
Pachyarthon cretaceum – 40, 47
Pachydictyon coriaceum – 47
Padina – 138
P. arborescens – 46, 47
P. australis – 69, 134, 255
P. boryana – 19 (рис. 14), 256
P. gymnospora – 46, 132, 134, 257

- P. pavonica* – 144
P. tetrastromatica – 49
Palisada papillosa – 235
P. perforata – 38, 81
Palmaria – 138
P. mollis – 162, 166
P. palmata – 38, 81, 110, 111 (рис. 38), 135, 136, 159 (рис. 45), 165, 166, 169 (рис. 50), 170
P. stenogona – 39
Parviphycus tenuissimus – 81
Parvocaulis clavatus – 334
Pelvetia canaliculata – 48
P. siliquosa – 71
Pelvetia spp. – 69
Penicillus – 52
Peyssonnelia – 22
P. conchicola – 17 (рис. 12)
Phormidium valderianum – 59
Phyllophora spp. – 115
Phyllospadix iwatensis – 57, 58
Phyllospora comosa – 81, 143
Phymatholithon calcareum – 81
Platythamnion yezoense – 129
Plocamium corallorhiza – 81, 143
P. hamatum – 38
Pollexfenia lobata – 80, 143
Polysiphonia – 138
P. harlandii – 238
P. japonica – 129
P. japonica var. savatieri – 23 (рис. 18)
P. morrowii – 82, 134
P. sphaerocarpa – 38
Polysiphonia sp. – 132
Polysiphonia spp. – 82, 130
Porphyra – 32, 33, 130, 136, 138, 149, 158, 169
P. abbotiae – 82
P. acanthophora – 82
P. atropurpurea – 82, 130
P. columbina – 82
P. crispata – 82
P. haitanensis – 82
P. inaequicrassa – 175
P. kuniedae – 82
P. laciniata – 82, 131
P. leucosticta – 82
P. perforata – 82
P. seriata – 82
Porphyra sp. – 163
P. spiralis – 82
Porphyra spp. – 31, 82, 84, 104, 131, 154, 166
P. suborbiculata – 82, 176
P. tenera – 40, 49, 82, 104
P. torta – 82
P. umbilicalis – 82
P. vietnamensis – 82, 105
P. yezoensis – 31, 40, 82, 135–137
Postelsia palmaeformis – 69
Potamogeton spp. – 83
Porolithon – 27
Prionitis – 138
P. articulata – 83
P. lyallii – 130
P. ramosissima – 81
Pseudolessonia laminarioides – 69
Psilophycus alveatus – 36
Pterocladia – 34, 35, 138
P. capillacea – 35, 83, 118, 132
P. lucida – 83, 118
P. lyallii – 83
P. pyramidale – 83
Pterocladia spp. – 83
Pterocладиella – 138
P. caerulescens – 183
P. capillacea – 35, 83, 118, 132
Pterocладиella spp. – 83
Pterothamnion yezoense – 40, 129
Ptilophora subcostata – 83
Ptilota filicina – 40, 223
Punctaria latifolia – 48
P. plantaginea – 48, 241
Rhizoclonium riparium – 19 (рис. 14)
Rhodymenia – 138
R. palmata – 81, 140
Rhodymenia spp. – 83, 131
Rosenvingea intricata – 246
Ruppia spp. – 83
Saccharina – 125, 128, 138, 149
S. angustata – 41, 42, 44, 47, 69, 136
S. bongardiana – 43, 44, 69
S. cichorioides – 45, 47, 69, 134, 259
S. dentigera – 69
S. groenlandica – 69
S. japonica – 41–44, 47–49, 69, 91, 122–124, 133–136, 144, 145, 147, 148 (рис. 41), 154, 155 (рис. 42), 156, 172 (рис. 52), 260
S. kurilensis – 41, 69
S. latissima – 46, 48, 69, 122
S. longicuris – 69
S. longipes – 69
S. religiosa – 45, 69
S. sculpera – 133, 136
Saccharina spp. – 84, 114
Saccorhiza polyschides – 46, 69
Sarconema – 138
S. filiforme – 83

- S. furcellatum* – 83, 133
Sarcothalia atropurpurea – 83
S. crispata – 83
S. decipiens – 36
Sargassum – 28, 29, 45, 125, 131, 138, 222, 264
S. aquifolium – 70, 90, 130, 152, 153, 265
S. binderi – 70, 90, 152
S. carpophyllum – 70, 152, 153
S. cinctum – 70
S. confusum – 41, 49, 70, 129
S. crassifolium – 70, 152, 153
S. cristaefolium – 71, 152
S. denticarpum – 70, 266
S. denticulatum – 135
S. duplicatum – 71, 152
S. feldmannii – 70, 152, 153
S. filipendula – 70
S. fulvellum – 45, 70, 135
S. furcatum – 46
S. fusiforme – 41, 45, 47, 49, 70, 101, 134, 135, 137
S. glaucescens – 70, 152
S. graminifolium – 70, 152
S. hemiphyllum – 70
S. henslowianum – 70, 152
S. herporhizum – 70
S. horneri – 47, 70, 267
S. ilicifolium – 71, 152, 153, 268
S. johnsonii – 71
S. kjellmanianum – 71, 135, 153, 270
S. lapazeanum – 71
S. latifolium – 135
S. macrocarpum – 71, 137
S. mangarevense – 46
S. McClurei – 11 (рис. 2), 20 (рис. 16), 71, 90, 152, 269
S. miyabei – 71, 134, 135, 153, 270
S. muticum – 44, 131
S. myriocystum – 71
S. oligocystum – 71, 90, 152, 271
S. quinhonense – 71
S. pacificum – 46
S. pallidum – 42, 48, 71, 133, 134, 221, 272
S. paniculatum – 71
S. polycystum – 11 (рис. 2), 44, 71, 90, 130, 134, 135, 152, 153, 273
S. ringgoldianum – 47, 48, 71, 134–136
S. sagamianum – 132
S. salicifolium – 135
S. siliquosum – 71, 130
S. siliquastrum – 46
S. sinicola – 71
Sargassum spp. – 69, 70, 90, 122, 123, 130, 132, 134, 150, 291
S. stenophyllum – 71, 134
S. swartzii – 71, 153, 274
S. tenerimum – 71, 132, 275
S. thunbergii – 47, 71, 129, 136, 276
S. vachellianum – 71, 152
S. vulgare – 71, 130, 131
S. wightii – 71
Saundersella simplex – 44
Scinaia moniliformis – 83
Scytonema hofman-bangii – 60
Scytonema hofmanii – 60
S. julianum – 138
Scytosiphon – 138
S. lomentaria – 47, 48, 71, 132, 135
Silvetia babingtonii – 49
Silvetia siliquosa – 71
Solieria – 136, 138
S. chordalis – 32
S. robusta – 83
Sparlingia pertusa – 40
Spathoglossum – 138
S. asperum – 72, 133
Spirulina major – 22 (рис. 17)
S. platensis – 59
Spyridia filamentosa – 19 (рис. 14)
Stephanocystis crassipes – 134, 277
S. hakodatensis – 48
Stocheospermum – 138
S. marginatum – 72, 133–135
S. polypodioides – 72, 133–135
Symbiodinium microadriaticum – 13 (рис. 6)
Thalassia hemprichii – 14 (рис. 7), 171
Thalassodendron ciliatum – 13
Tichocarpus – 138
T. crinitus – 32, 37, 39, 135, 195
Tricleocarpa – 138
T. cylindrica – 188
T. fragilis – 83, 189
Turbinaria – 29, 138
T. conoides – 72, 132, 134, 278
T. decurrens – 24 (рис. 19), 72, 279
T. ornata – 44, 46, 72, 280
Turbinaria spp. – 72
T. turbinata – 72, 133
Udotea – 27, 52
Ulothrix – 52
Ulva – 28, 50–52, 57, 138, 143, 145, 149, 158, 167, 173
U. australis – 64, 143
U. clathrata – 16 (рис. 9), 64, 283
U. compressa – 64, 130, 144, 284
Ulva conglobata – 20 (рис. 16)
Ulva fasciata – 50, 64, 132, 133, 286

- Ulva fenestrata* – 52 (рис. 25), 55
Ulva flexuosa – 49, 52 (рис. 25), 64, 287
Ulva intestinalis – 50, 64, 130, 165, 166, 285
Ulva lactuca – 51, 52 (рис. 25), 54, 55, 64, 89, 130–132, 143, 144, 165, 166, 288
U. linza – 65, 132, 289
Ulva pertusa – 51, 64, 65, 130, 133, 290
Ulva prolifera – 51, 65, 135
U. reticulata – 65, 291
U. rigida – 143, 166
Ulva rotundata – 165, 166
Ulva spp. – 54, 63, 64, 88, 89, 130, 131, 142, 145, 147, 154
Ulvaria oxysperma – 51, 54
Ulvella – 143
U. lens – 65, 142, 292
Undaria – 45, 125, 138, 149, 171
U. pinnatifida – 41, 45–47, 49, 72, 97 (рис. 33), 130, 132, 135–138, 148 (рис. 41), 154, 156, 262
Undaria spp. – 84
Undariella petersenia – 72
Undariopsis petersiana – 72
Valonia – 138
V. aegagropila – 65, 130, 303
V. fastigiata – 304
Wrangelia – 138
W. penicillata – 83
Wrangelia spp. – 83, 130
Zanardinia prototypus – 48
Zonaria – 138
Z. crenata – 72, 132
Z. subarticulata – 72, 132
Zostera – 58
Z. asiatica – 57, 58
Z. japonica – 57, 58, 171
Z. marina – 58, 83, 133, 134
Z. nana – 57
Zostera spp. – 83

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
ГЛАВА 1. МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ	9
1.1. Классификация морских растений.....	9
1.2. Морфологические признаки	11
1.2.1. Макроводоросли (Chlorophyta, Heterokontophyta, Rhodophyta)	11
1.2.2. Синезеленые водоросли, или цианобактерии (Cyanobacteria)	12
1.2.3. Диатомеи (Bacillariophyta)	13
1.2.4. Динофлагеллаты (Dinoflagellata), зооксантеллы	13
1.2.5. Морские травы	13
1.2.6. Морфофункциональные формы.....	15
1.2.7. Жизненные формы бентосных морских растений	18
1.3. Размножение.....	18
1.4. Морские растения в экосистеме коралловых рифов	21
1.4.1. Распространение морских растений на коралловом рифе и факторы, его определяющие.....	21
1.4.2. Роль морских растений в экосистеме коралловых рифов.....	27
ГЛАВА 2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ, СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛЕЗНЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА ВЕЩЕСТВ	30
2.1. Макрофиты из отделов Rhodophyta, Heterokontophyta и Chlorophyta.....	30
2.1.1. Красные водоросли (Rhodophyta).....	31
Белки и свободные аминокислоты	31
Углеводы.....	32
Органогалогеновые, фенольные и полифенольные соединения	37
Жиры и жирные кислоты.....	38
Витамины	40
Пигменты.....	40
2.1.2. Бурые водоросли (Heterokontophyta).....	40
Белки и свободные аминокислоты	41
Углеводы.....	41
Таннины и другие полифенольные соединения	45
Жиры и жирные кислоты.....	46
Витамины	48
Минералы	49
Вещества, определяющие вкус и аромат бурых водорослей.....	49
2.1.3. Зеленые водоросли (Chlorophyta)	49
Азотистые вещества.....	50
Углеводы.....	51
Вещества, содержащие фенольные и полифенольные компоненты	53
Жиры.....	54
Пигменты.....	55
Витамины	55

Минеральные вещества.....	56
Вещества, придающие запах и вкус блюдам из зеленых водорослей.....	56
2.2. Морские травы (Tracheophyta).....	57
2.3. Синезеленые водоросли (Cyanobacteria).....	58
ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ	61
3.1. «Овощи» из моря.....	84
3.1.1. Рецепты блюд и напитков из водорослей стран АТР.....	86
Каулерпа, или морской виноград – <i>Caulerpa</i> spp. (Chlorophyta).....	86
Ульва, или морской салат – <i>Ulva</i> spp. (Chlorophyta).....	88
Нитчатые виды ульвы (<i>Ulva</i> spp.) (аонори).....	89
Саргассовые водоросли – <i>Sargassum</i> spp. (Heterokontophyta).....	90
Морская капуста – <i>Saccharina japonica</i> (Heterokontophyta).....	91
Ундария перистонадрезная, или вакаме – <i>Undaria pinnatifida</i> (Heterokontophyta).....	97
Алярия – <i>Alaria</i> spp. (Heterokontophyta).....	100
Макроцистис – <i>Macrocystis</i> spp. (Heterokontophyta).....	100
Саргассум [=Хизикия] веретеновидный – [=Hizikia] fusiforme (Heterokontophyta).....	101
Грацилярия – <i>Gracilaria</i> spp. (Rhodophyta).....	102
Порфира, или нори – <i>Porphyra</i> spp. (Rhodophyta).....	104
Каппафикус – <i>Cappharycus</i> spp. (Rhodophyta).....	109
Дульсе, или морская пальма – <i>Palmaria palmata</i> (Rhodophyta).....	110
Гелидиелла игольчатая – <i>Gelidiella acerosa</i> (Rhodophyta).....	112
3.2. Пищевые добавки из морских растений.....	113
3.3. Полисахариды из морских растений, их получение и использование.....	115
3.3.1. Агар.....	115
Методы получения агара.....	115
Производство агара в мире.....	117
Использование агара.....	118
3.3.2. Каррагинан.....	119
Способы получения каррагинана.....	119
Мировое производство каррагинана.....	120
Использование каррагинана.....	121
3.3.3. Альгинаты.....	122
Способы получения альгинатов и альгиновой кислоты.....	122
Страны, производящие альгинаты.....	123
Полезные свойства альгинатов и их использование.....	124
3.3.4. Фукоиданы.....	125
Методы выделения и очистки.....	126
Использование фукоиданов.....	127
3.3.5. Другие продукты из водорослей.....	127
Фурцеллярин.....	127
Хипнеан.....	128
Фунорин.....	128
Иридофикан.....	128
Ламинарин.....	128
Маннит (маннитол).....	128
Фикоэритрин.....	129
3.4. Лечебные свойства морских растений.....	129
3.4.1. Морские растения в народной медицине.....	129
Паразитарные и инфекционные заболевания.....	129
Внутренние болезни.....	130

Применение водорослей при лечении злокачественных опухолей.....	131
Другие заболевания.....	131
3.4.2. Лечебные свойства препаратов из водорослей.....	132
Антивирусная активность.....	132
Антибактериальная и противогрибковая активность.....	132
Антиоксидантные свойства.....	134
Противоопухолевая активность.....	135
Противодиабетические свойства.....	137
Нейротрофический эффект.....	137
Агглютинирующая активность.....	137
Антикоагулянтная активность.....	137
Антиаллергическое действие.....	138
3.5. Морские растения в сельском хозяйстве.....	138
3.5.1. Производство удобрений и жидких подкормок.....	139
3.5.2. Добавки к корму домашним животным.....	140
3.6. Водоросли в питании культивируемого моллюска морское ушко.....	141
3.6.1. Кормление молодых абалоне.....	142
3.6.2. Кормление взрослых абалоне.....	143
3.7. Водоросли в корме культивируемых рыб и ракообразных.....	144
3.8. Применение в других областях производства.....	144
3.8.1. Водоросли в производстве косметических средств.....	144
3.8.2. Водоросли в производстве бумаги.....	145
3.8.3. Ткани из водорослей.....	145
3.8.4. Морские водоросли в искусстве.....	145
3.8.5. Возможно ли получение энергоносителей из морских водорослей?.....	146
ГЛАВА 4. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРосЛЕЙ: СПОСОБЫ И ПРОБЛЕМЫ	148
4.1. Способы культивирования.....	149
4.1.1. Экстенсивная марикультура.....	149
Использование естественных водорослевых полей в экстенсивной марикультуре.....	150
Массовая промышленная марикультура.....	154
4.1.2. Интенсивная марикультура.....	159
Культивирование водорослей в прудах.....	159
Культивирование водорослей в бассейнах, баках (чанах).....	162
Совместная (интегрированная) марикультура морских организмов.....	163
4.2. Проблемы и перспективы культивирования морских растений.....	167
4.2.1. Основные проблемы промышленного культивирования макроводорослей.....	167
Эпифитизм и борьба с сорняками.....	167
Растительные животные и болезни водорослей.....	168
Получение посадочного материала.....	169
Негативное влияние марикультуры на донные экосистемы.....	170
4.2.2. Вопросы и проблемы в интегрированной марикультуре макроводорослей.....	172
ГЛАВА 5. МАССОВЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА МОРСКИЕ МАКРОФИТЫ СТРАН АТР (ПУТЕВОДИТЕЛЬ)	174
5.1. Rhodophyta.....	175
5.2. Heterokontophyta.....	239
5.3. Chlorophyta.....	282
Литература.....	337
Алфавитный указатель латинских названий морских растений.....	362

TABLE OF CONTENTS

Introduction	7
CHAPTER 1. MARINE PLANTS	9
1.1. Classification of marine plants	9
1.2. Morphological features	11
1.2.1. Macroalgae (Chlorophyta, Heterokontophyta, Rhodophyta)	11
1.2.2. Blue-green algae, or Cyanobacteria	12
1.2.3. Diatoms (Bacillariophyta)	13
1.2.4. Dinoflagellata, zooxanthellae	13
1.2.5. Seagrasses	13
1.2.6. Morphofunctional forms	15
1.2.7. Vital forms of marine benthic plants	18
1.3. Reproduction	18
1.4. Marine plants in ecosystem of coral reefs	21
1.4.1. Distribution of marine plants on coral reef and factors determining the distribution	21
1.4.2. The role of marine plants in ecosystem of coral reefs	27
CHAPTER 2. CHEMICAL COMPOSITION OF MARINE PLANTS, STRUCTURE, PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF USEFUL SUBSTANCES FOR HUMAN	30
2.1. Macrophytes of the Phyla Rhodophyta, Heterokontophyta and Chlorophyta	30
2.1.1. Red algae (Rhodophyta)	31
Proteins and free amino acids	31
Carbohydrate	32
Organohalogen, phenolic and polyphenolic compounds.....	37
Lipids and fatty acids	38
Vitamins	40
Pigments.....	40
2.1.2. Brown algae (Heterokontophyta)	40
Proteins and free amino acids	41
Carbohydrate	41
Tannins and other polyphenolic compounds.....	45
Lipids and fatty acids	46
Vitamins	48
Minerals	49
Substances producing taste and flavor of brown algae.....	49
2.1.3. Green algae (Chlorophyta).....	49
Nitrogenous substances	50
Carbohydrate	51
Substances containing phenolic and polyphenolic compounds.....	53
Lipids.....	54
Pigments.....	55
Vitamins	55

Mineral substances	56
Substances giving smell and taste to dishes from green algae	56
2.2. Seagrasses (Tracheophyta).....	57
2.3. Blue-green algae (Cyanobacteria)	58
CHAPTER 3. THE USE OF MARINE PLANTS	61
3.1. «Vegetables» from the sea	84
3.1.1. Recipes of dishes and beverages from algae in the APR countries.....	86
<i>Caulerpa</i> spp. (Chlorophyta), or sea grape	86
<i>Ulva</i> spp. (Chlorophyta), or sea lettuce.....	88
Filamentous species of <i>Ulva</i> spp., (aonori)	89
Sargassaceae (<i>Sargassum</i> spp., Heterokontophyta)	90
The sea «cabbage» <i>Saccharina japonica</i> (Heterokontophyta).....	91
<i>Undaria pinnatifida</i> (Heterokontophyta) or wakame	97
<i>Alaria</i> spp. (Heterokontophyta).....	100
<i>Macrocystis</i> spp. (Heterokontophyta).....	100
<i>Sargassum</i> [<i>Hizikia</i>] <i>fusiforme</i> (Heterokontophyta)	101
<i>Gracilaria</i> spp. (Rhodophyta).....	102
<i>Porphyra</i> spp. (Rhodophyta) or nori	104
<i>Kappaphycus</i> spp. (Rhodophyta)	109
Dulse, or the sea palm <i>Palmaria palmata</i> (Rhodophyta)	110
<i>Gelidiella acerosa</i> (Rhodophyta)	112
3.2. Food additives from marine plants	113
3.3. Polysaccharides from marine plants, their getting and uses	115
3.3.1. Agar	115
Methods of agar obtaining.....	115
The production of agar in the World	117
The use of agar	118
3.3.2. Carrageenan.....	119
Methods of carrageenan obtaining.....	119
The production of carrageenan in the World.....	120
The use of carrageenan.....	121
3.3.3. Alginates	122
Methods of the production of alginates and alginic acid	122
Countries producing alginates.....	123
Useful properties of alginates and their use	124
3.3.4. Fucoidans	125
Methods of extraction and purification	126
The use of fucoidans	127
3.3.5. Another products from marine algae	127
Furcellaran	127
Hypnean	128
Funorin.....	128
Iridophycan	128
Laminaran	128
Mannit (mannitol)	128
Phycoerythrin	129
3.4. Medical properties of marine plants.....	129
3.4.1. Marine plants in folk medicine	129
Parasitic and infectious diseases.....	129

The algal application under the treatment of malignant tumors.....	130
Internal diseases	131
Another diseases	131
3.4.2. Medical properties of drugs from marine plant.....	132
Antiviral activity	132
Antibacterial and antifungal activities	132
Antioxidant properties	134
Antitumor activity	135
Antidiabetic properties.....	137
Neurotrophic effect	137
Agglutinin activity	137
Anticoagulant activity	137
Antiallergic action	138
3.5. Marine plants in agriculture.....	138
3.5.1. The production of fertilizer and liquid top-dressing fertilizers.....	139
3.5.2. Additives to forage for cattle	140
3.6. Algae in feeding of cultivated abalone.....	141
3.6.1. Feeding of young abalone.....	142
3.6.2. Feeding of adult abalone.....	143
3.7. Seaweeds in forage of cultivated fish and crustaceous.....	144
3.8. The use in another areas	144
3.8.1. Seaweeds in the production of cosmetic means	144
3.8.2. Seaweeds in the manufacture of paper	145
3.8.3. Fabrics from seaweeds	145
3.8.4. Marine algae in art	145
3.8.5. Is it possible to get energy carriers from marine algae?.....	146
CHAPTER 4. SEAWEED CULTIVATION: METHODS AND PROBLEMS	148
4.1. Methods of cultivation.....	149
4.1.1. Extensive mariculture	149
The use of natural algal fields in extensive mariculture	150
Mass industrial mariculture	154
4.1.2. Intensive mariculture	159
Seaweeds cultivation in ponds	159
Seaweeds cultivation in pools, tanks	162
Integrated mariculture of marine organisms.....	163
4.2. Problems and prospects of marine plants cultivation.....	167
4.2.1. Main problems of industrial cultivation of macroalgae	167
Epiphytism and the straggle with weeds	167
Herbivorous animals and algal diseases	168
Getting of planting material.....	169
Negative influence of mariculture on the bottom ecosystems.....	170
4.2.2. Questions and problems in integrated mariculture of macroalgae.....	172
ГЛАВА 5. MASS USEFUL MARINE MACROPHYTES FOR HUMAN IN THE APR COUNTRIES (GUIDE)	174
5.1. Rhodophyta	175
5.2. Heterokontophyta	239
5.3. Chlorophyta	282
References.....	337
Alphabetic index of marine plants in Latin.....	362

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

*ЭДУАРД АНТОНИНОВИЧ ТИТЛЯНОВ,
ТАМАРА ВИКТОРОВНА ТИТЛЯНОВА*

**МОРСКИЕ РАСТЕНИЯ
СТРАН АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА,
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ**

Редактор *В.С. Жердев*
Художник *Г.П. Писарева*
Технический редактор *В.М. Сандрова*
Оператор набора и верстки *О.Ю. Полянская*

Подписано к печати 31.07.2012 г.
Бумага мелованная. Формат 60×84/8. Печать офсетная.
Усл. п. л. 47,25. Уч.-издл. 46,3.
Тираж 250 экз. Заказ 81.

ФГУП Издательство «Дальнаука» ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

Отпечатано в типографии издательства «Дальнаука» ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

ISBN: 978-5-8044-1305-8

